

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-021393

(43) Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl.

G06T 7/00
G06T 7/60

(21)Application number : 08-170511

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 28.06.1996

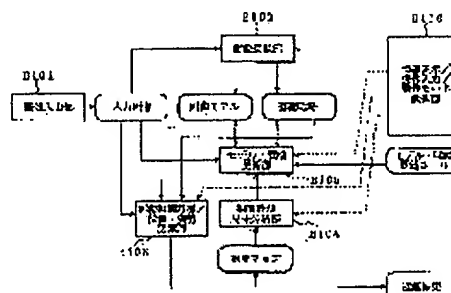
(72)Inventor : WASHIMI KAZUHIKO
HIROOKA MIWAKO
HASHIMOTO MANABU
OKUDA HARUHISA

(54) IMAGE PROCESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image processor which is difficult to be affected by variation peculiar to an object or the fluctuation of a recognizing environment in which an appropriate highly speedy and highly reliable means can be integrated by an optimal parameter by the simple operation of an operator.

SOLUTION: This device is provided with a picture correlation measuring/position and attitude recognizing part B103 which measures the similarity, (conformity) of an input picture fetched by a picture inputting part B101 with a picture model obtained by segmenting one part, and recognizes the presence/ absence, position, and attitude of an object based on the value, and a model strategy updating part B105 which adjusts the redundancy of the data of a picture model based on the evaluation of the distribution of the above mentioned similarity obtained by a correlation measured result analyzing part 104, or adjusts a recognition strategy by detecting the deterioration of the failure or reliability of recognition, updating the picture model, and operating re- recognition.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3434976

[Date of registration]

30.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-21393

(43)公開日 平成10年(1998)1月23日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00			G 0 6 F 15/70	4 6 5 A
7/60				3 5 0 H

審査請求 未請求 請求項の数15 O.L (全 32 頁)

(21)出願番号 特願平8-170511

(22)出願日 平成8年(1996)6月28日

(71)出題人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 究明者 鷺見 和彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 広岡 美和子

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 橋本 学

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 田澤 博昭 (外2名)

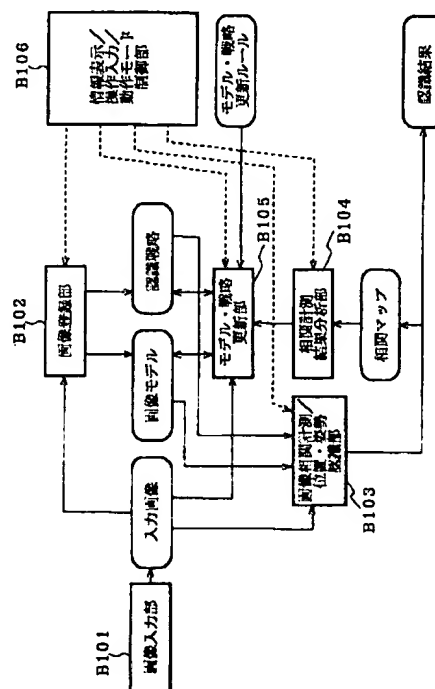
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 対象固有のバラツキや認識環境の変動に影響されやすく、その都度専門家による調整が必要であった。

【解決手段】 画像入力部B101で取り込まれた入力画像とその一部を切り出した画像モデルとの類似度（一致度）を計測し、その値に基づいて対象物体の有無・位置・姿勢の認識を行う画像関連計測／位置・姿勢認識部B103と、相関計測結果分析部B104による前記類似度の分布の評価に基づいて、画像モデルのデータの冗長性を加減したり、認識の失敗や信頼性の低下を検知して画像モデルを更新しながら再認識を行うといった、認識戦略の加減を行うモデル・戦略更新部B105を持たせたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像の取り込みを行う画像入力部と、
前記画像入力部で取り込まれた入力画像の一部を切り出して、それを画像モデルとして登録する画像登録部と、
前記入力画像と画像モデルとの類似度もしくは一致度を計測し、その値に基づいて対象物体の有無・位置・姿勢の認識を行う画像相関計測／位置・姿勢認識部と、
前記類似度もしくは一致度の分布を評価して認識結果の正当性と認識手順の冗長性を検証する相関計測結果分析部と、
前記相関計測結果分析部の評価に基づいて、前記画像モデルのデータの冗長性を加減したり、認識の失敗や信頼性の低下を検知して、前記画像モデルを更新しながら再認識を行うといった認識戦略の加減を行うモデル・戦略更新部と、
操作者との間のマンマシンインタフェースをとるとともに、前記画像登録部、画像相関計測／位置・姿勢認識部、相関計測結果分析部、およびモデル・戦略更新部の動作を制御する情報表示／操作入力／動作モード制御部とを備えた画像処理装置。
【請求項2】 情報表示／操作入力／動作モード制御部が、初期登録モード、認識試行モード、および認識実行モードを含む複数の動作モードの遷移を制御する機能をもち、
前記情報表示／操作入力／動作モード制御部の制御によって前記認識試行モードに遷移した場合には、入力画像の複雑さやバラツキを学習しながら、画像モデルと認識戦略の更新を行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。
【請求項3】 情報表示／操作入力／動作モード制御部の制御によって認識実行モードに遷移した場合にも、入力画像の複雑さやバラツキを学習しながら、画像モデルと認識戦略の更新を行うことを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。
【請求項4】 情報表示／操作入力／動作モード制御部が、初期登録モード、認識試行モード、および認識実行モードを含む複数の動作モードの遷移を制御する機能をもち、
前記情報表示／操作入力／動作モード制御部の制御によって前記認識試行モードに遷移した場合には、登録された画像モデルを用いて位置や姿勢の認識を行って、認識結果を情報表示／操作入力／動作モード制御部の表示画面に表示し、
当該表示を見た操作者によって前記情報表示／操作入力／動作モード制御部より、前記認識結果が成功であったと入力された場合には、自動的に入力画像の複雑さやバラツキを学習して画像モデルと認識戦略を更新し、
前記認識結果が失敗であったと入力された場合には、正解の可能性の高い候補を前記情報表示／操作入力／動作

モード制御部の表示画面に表示して操作者にそれを選択させ、あるいは微小量修正を行って正解を導き出しその値を用いて前記画像モデルと認識戦略の更新を行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項5】 情報表示／操作入力／動作モード制御部の制御によって認識実行モードに遷移したとき、認識結果を判定した結果、認識が失敗に終わったと判断された場合には、その認識処理に用いられた認識戦略よりも信頼性の高い認識戦略を用いて、再度認識処理を実行することを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項6】 情報表示／操作入力／動作モード制御部の制御によって認識試行モードに遷移したときにも、認識結果を判定した結果、認識が失敗に終わったと判断された場合には、その認識処理に用いられた認識戦略よりも信頼性の高い認識戦略を用いて、再度認識処理を実行することを特徴とする請求項5記載の画像処理装置。

【請求項7】 相関計測結果分析部が、画像相関計測／位置・姿勢認識部からのデータに基づいて、切り出し位置・姿勢パラメータに対する類似度の分布を評価し、前記相関計測結果分析部からの評価値をもとに、認識処理を高速化するための高速化選択ルールが当てはまるか否かを逐次判定し、当てはめられた前記高速化選択ルールを用いて、モデル・戦略更新部が、画像モデルと認識戦略の更新を行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項8】 相関計測結果分析部が、画像相関計測／位置・姿勢認識部からのデータに基づいて、切り出し位置・姿勢パラメータに対する類似度の分布を評価し、前記相関計測結果分析部からの評価値をもとに、認識処理を高信頼化するための高信頼化選択ルールが当てはまるか否かを逐次判定し、モデル・戦略更新部が、当てはめられた前記高信頼化選択ルールを用いて、画像モデルと認識戦略の更新を行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項9】 画像相関計測／位置・姿勢認識部に、初期登録モードで使われる初期教示サンプル、認識試行モードで使われる高速化学習用の拡張教示サンプル、および認識実行モードで使われる実行用画像サンプルが、動作モードに応じて切り替えられて入力され、
高速化選択ルールとして、
単峰性評価値がしきい値より大きい場合には、より縮小された階層化探索方式を採用して高速化を試みるという粗粒探索／階層化探索のルール、
ピーク尖鋭度評価値がしきい値より大きい場合には、画像モデル内部のサンプル点を間引いて高速化するというテンプレートサンプル点間引きのルール、
画像モデルが複数ある場合に、複数の画像によって表現される画像モデル群から、当該画像モデル群に含まれる個々の画像を近似する、より少ない数の主成分分析の画像モデルを生成し、この主成分の画像モデルとの照合を

行うという複数テンプレート融合のルール、仮に画像データ中のサンプル点の量子化ビット数の削減を行ってもとの相関マップとの相関を計算し、その相関値がしきい値より高ければ、データビット数削減を行って高速化するという画像データビット数圧縮のルール、および、ピーク尖鋭度評価値がしきい値より大きい場合には、画像モデルの一部より切り出した仮の画像モデルを用いて全サンプルを再度認識し、ピーク唯一性に低下がなければその仮の画像モデルを画像モデルとして採用するという部分テンプレート使用のルールを用意し、モデル・戦略更新部が、これら各高速化選択ルールのうちの当てはめられたものを用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うことを特徴とする請求項7記載の画像処理装置。

【請求項10】 画像相関計測／位置・姿勢認識部に、初期登録モードで使われる初期教示サンプル、認識試行モードで使われる高信頼化学習用の拡張教示サンプル、および認識実行モードで使われる実行用画像サンプルが、動作モードに応じて切り替えられて入力され、高信頼化選択ルールとして、入力画像と画像モデルとの画素毎の分散を評価し、分散がしきい値を越える場合には、画像モデルからそれらの点を削除して残りの画素だけを登録した認識用画像モデルを作成するテンプレート内不安定要素排除のルール、すべての教示用あるいは試行用認識のサンプル画像について、現在採用されている画像モデルとの相関値がしきい値を下回る場合、その入力画像を追加画像モデルとするテンプレート複数化のルール、拡張教示サンプルに対するピーク唯一性がしきい値を下回る場合には、テンプレートの領域を微小量ずらした仮の画像モデルを生成して認識を再度実行し、その結果、ピーク唯一性が改善し、かつ全認識試行用画像サンプルに対して相関値がしきい値を上回れば、それを画像モデルとして採用するテンプレート領域変更のルール、拡張教示サンプルに対するピーク唯一性がしきい値を下回る場合には、画像モデル登録領域を拡大した仮の画像モデルを生成して認識を再度実行し、その結果、ピーク唯一性が改善し、かつ全認識試行用画像サンプルに対して相関値がしきい値を上回れば、それを画像モデルとして採用するテンプレート領域拡大のルール、および、拡張教示サンプルについて残留パターンを抽出して全拡張教示サンプルに共通な残留パターン成分を求め、その分散があるしきい値を越えている場合には、残留パターンを補助テンプレートとして登録する残留パターンの補助テンプレートへの登録のルールを用意し、モデル・戦略更新部が、これら各高信頼化選択ルールのうちの当てはめられたものを用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うことを特徴とする請求項8記載の画像処理装置。

【請求項11】 画像モデルの良さを単独で評価する画

像モデル評価部を備え、画像相関計測／位置・姿勢認識部に、初期登録モードで使われる初期教示サンプル、および認識実行モードで使われる実行用画像サンプルが、動作モードに応じて切り替えられて入力され、相関計測結果分析部からの評価値と、前記画像モデル評価部からの評価値をもとに、高速化選択ルールのうちの1枚の初期登録画像に対しても適用できるルールだけを用いて、当該高速化選択ルールが当てはまるか否かを逐次判定し、モデル・戦略更新部が、当てはめられた前記高速化選択ルールを用いて、画像モデルと認識戦略の更新を行うことを特徴とする請求項7記載の画像処理装置。

【請求項12】 画像モデルの良さを単独で評価する画像モデル評価部を備え、画像相関計測／位置・姿勢認識部に、初期登録モードで使われる初期教示サンプル、および認識実行モードで使われる実行用画像サンプルが、動作モードに応じて切り替えられて入力され、相関計測結果分析部からの評価値と、前記画像モデル評価部からの評価値をもとに、高信頼化選択ルールのうちの1枚の初期登録画像に対しても登録適用できるルールだけを用いて、当該高信頼化選択ルールが当てはまるか否かを逐次判定し、モデル・戦略更新部が、当てはめられた前記高信頼化選択ルールを用いて、画像モデルと認識戦略の更新を行うことを特徴とする請求項8記載の画像処理装置。

【請求項13】 情報表示／操作入力／動作モード制御部が、初期登録モード、認識試行モード、および認識実行モードを含む複数の動作モードの遷移を制御する機能をもち、前記情報表示／操作入力／動作モード制御部の制御によって前記初期登録モードに遷移した場合には、入力画像を取り込んで当該入力画像中に含まれる基準となる図形を人工的に生成してそれを標準画像パターンとし、当該標準画像パターンを最適化して画像モデルとして登録するものであることを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項14】 情報表示／操作入力／動作モード制御部が、初期登録モード、認識試行モード、および認識実行モードを含む複数の動作モードの遷移を制御する機能をもち、前記情報表示／操作入力／動作モード制御部の制御によって前記初期登録モードに遷移した場合には、前記情報表示／操作入力／動作モード制御部の表示画面上で指定された領域について、当該領域のデータを画像モデルから除外したり、あるいは別途データを入力するなどして、画像の類似度演算への寄与率を低くすることを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項15】 入力画像の取り込みを行う画像入力部

と、
前記画像入力部で取り込まれた入力画像の一部を切り出して、それを画像モデルとして登録する画像登録部と、前記入力画像と画像モデルとの類似度もしくは一致度を計測し、その値に基づいて対象物体の有無・位置・姿勢の認識を行う画像相関計測／位置・姿勢認識部と、前記類似度もしくは一致度の分布を評価して認識結果の正当性と認識手順の冗長性を検証する相関計測結果分析部と、
操作者との間のマンマシンインタフェースをとるとともに、前記画像登録部、画像相関計測／位置・姿勢認識部、および相関計測結果分析部の動作を制御する情報表示／操作入力／動作モード制御部と、
前記相関計測結果分析部による分析の結果、認識が失敗に終わったことが検知された場合、当該認識の失敗とあらかじめ定められた条件とが重なった場合に、認識用の入力画像を画像記憶手段に蓄積したり、あるいは画像伝送手段によってその入力画像を外部の画像データベース手段に伝送する画像蓄積／伝送部とを備えた画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ロボットや産業機械の位置制御および検査などに使われる画像処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ある視野内にある定められた物体や物体上に、独特の模様あるいは文字やマークなどが存在するか、存在するとすればどの位置にどんな姿勢で存在するかを計測する手法として、この定められた物体の画像を一旦撮影し、撮影された映像内の物体を取り囲む領域、あるいは独特の模様／文字／マークを取り囲む領域を切り出して画像モデルとして登録し、この切り出された領域と、新たに撮影された同種の物体を含む画像から位置／姿勢を順次変化させながら切り出した、前記画像モデルと同じ大きさ（あるいは形状）の部分領域との類似度（以下、画像間相関度とも呼ぶ）を計算し、類似度があらかじめ定められた一定値以上で、周辺の類似度に比べて突出した値を持つ部分画像の切り出し位置と姿勢が発見された場合に、前記登録された物体がその位置と姿勢で発見されたと判断する画像間相関度に基づく認識手法がしばしば用いられる。この画像間相関度に基づく認識手法はテンプレートマッチングとも呼ばれ、前記登録された画像モデルをテンプレートと呼び、テンプレートと入力画像の部分領域との間の類似度を計算して物体を探索する操作をマッチングと呼ぶこともある。

【0003】この手法は、画像からエッジ／コーナー／領域の面積／穴などの特徴量をとりだして、特徴量とモデルの特徴量とを比較する方式と比べて、照明やサンプル間固体差による画像の変化に対して認識の信頼性が低

下しにくいという優れた特徴を持つものの、演算量が多く計算に時間がかかるという欠点を持っている。この欠点を克服するため、従来から次のような高速化技法が提案されている。

【0004】図22は例えば、「アイ・イー・イー・イー トランザクション オン システム、マン、アンド サイバネティックス（IEEE Transaction on System, Man, and Cybernetics）」誌1977年2月号の104～107ページに掲載された粗精（Coarse-fine）テンプレートマッチングの概念を示す説明図である。

【0005】図において、入力画像と画像モデルであるテンプレートは、一旦、解像度を低下させた粗入力画像と粗テンプレートとに縮退される。次に、粗入力画像と粗テンプレートとの間で照合（粗探索＝coarse matching）が行われ、大まかな類似度と位置が計算される。この位置を粗精縮退比の分だけ拡大し、元の入力画像に相当する対応点を求め、その対応点の周りに照合（精探索＝fine matching）用の領域を設定する。その後、入力画像と元の解像度のテンプレートを用いて、前記精探索領域内だけの探索が行われ、その結果、よい類似度を得た位置とその類似度が総合的な認識結果として出力される。

【0006】例えば、粗精探索比4：1、入力画像256×256画素、テンプレート画像64×64画素の場合、単純に探索を行うと $64^2 \times (256 - 64)^2 = 150994994$ 回の画素対画素の類似度を計算することになるが、この粗精探索を用いることによって $(64/4)^2 \times ((256 - 64)/4)^2 + 64^2 \times (4 \times 2 + 1)^2 = 921600$ となり、160倍の高速化が達成できたことになる。

【0007】また、図23は「コンピュータ ビジョン、グラフィック アンド イメージプロセッシング（Computer Vision, Graphics and Image Processing）」誌第16巻（1981年発行）の356～369ページに掲載された、ピラミッドテンプレートマッチングの概念を示す説明図である。このピラミッドテンプレートマッチングはさらに効率のよい手法で、粗精探索を多段階の階層構造に作られた多重解像度画像（ピラミッド画像と呼ばれる）に対して行い、前記粗精探索法よりもさらに数倍から十数倍の効率を得ることができる。

【0008】一方、一つのテンプレートの内部で採用される画素の点の個数を減らすこともこの方式の効率を向上させることに効果的である。例えば、図24は電子情報通信学会の平成7年春季全国大会予集D-603号に掲載された、階層的分散テンプレートマッチングによるテンプレート内部点数の削減に関する手法について示した説明図である。図において、四角の格子で表現される全テンプレート画素のうち、×印を打った画素だけが採用され、その他の画素は探索時には使用されない。その結果、従来の多段階階層構造をもつピラミッドテンプレ

レートマッチングと比較して、さらに10倍程度の高速化が可能となる。

【0009】以上、画像モデルとして一枚の画像、すなわち一つのテンプレートをを用いる場合の高速化手法について、従来の技術を説明してきたが、例えば、同一品種の物体であっても見え方がまちまちである場合、あるいは見る方向によって見え方が変化するような場合には、複数の画像モデルを用いて全体の物体の集合をモデル化することが行われる。この場合、例えば複数のモデルとの照合を行う代わりに、モデルデータの主成分分析を行い、モデル全体の個数よりも少ない主成分ベクトルをモデルとして採用する高速化技法が存在する。

【0010】例えば、図25および図26は、コロナ社刊(1973年)の「パターン認識」に掲載された、複合類似度(部分空間法)による文字認識の手法を説明するための模式図であり、図25は固有空間法による画像モデルの圧縮における全入力パターンを、図26は同じく固有パターンをそれぞれ示している。ここで、図25に示した48種類の文字ビットマップパターン S_i 、

$$S_{mean} = \frac{1}{48} \sum_{i=1}^{48} S_i$$

【0012】次に、その平均パターン S_{mean} の値を差し引いた入力パターン s_i ($s_i = S_i - S_{mean}$)のすべてのベクトル X ($X = \{s_1 \ s_2 \ \dots \ s_{48}\}$)の分散共分散行列 A ($A = XX^T$ ただし X^T は X の転置行列)の固有ベクトル P_k を、 $A\lambda = \lambda P_k$ を満たすように求めて、これを λ の大きい方から降順に並べて主成分パターンとする。このように主成分パターンを用いる固有空間法では、画像モデル群を少数の固有パターンで構成される画像モデル群で近似することを行って認識の効率を高めていた。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従来の画像処理装置は以上のように構成されているので、いずれの方法も完璧なものではなく、どの手法が最も適しているかは、照合したい画像の性質に大きく依存し、またそれらを体系的に説明するのは難しいものであった。したがって、産業上の応用に当たっては、専門家が試行錯誤によって最適な高速化技法の選択と、各技法に固有なパラメータの調整を行って、ほどほどの時間でほどほどの信頼性が得られるような条件を探していた。また当該装置調整後に、生産する製品が変化したり、ロットが変わったりして状況が変化すると、専門家に再調整を依頼しなくてはならなくなって、画像処理装置導入の妨げにもなるなどの課題があった。

【0014】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、位置や姿勢のパラメータに対して類似度の変化する状況を示した類似度マップの形状を評価する相関計測結果分析部と、状況に応じた高速化/高信頼化戦略を蓄えたデータベースとを持たせて、操作者

($i = 1, 2, \dots, 48$)を入力画像中から切り出すには、通常は文字ビットマップパターン S_i を画像モデルとして、48枚の画像モデルを交換しながら入力画像全面を探索し、画像モデルと入力画像から切り出された部分領域との間の類似度が極大になる位置とモデル番号を得て文字の発見をしていた。一方、この手法では、48枚の画像モデルを用いる代わりに、次に述べる主成分分析を行い、図26に示されるような主成分パターン P_k ($k = 1, 2, \dots, 48$)を求めて、その上位 M 個だけを用いてより効率よく探索することができる。ただし、 M は1以上、48以下の整数であり、上位 M 個のパターンの累積寄与率があらかじめ定められた定数 R ($0 < R < 1$)を満たすように決定される。ここで、主成分パターン P_k は登録された文字ビットマップパターン S_i から次のように導かれる。すなわち、まず、文字ビットマップパターン S_i の平均パターン S_{mean} を次の式(1)を用いて求める。

【0011】

【数1】

$$\dots \dots (1)$$

の簡単な操作によって、適切な高速化/高信頼化の手段を最適なパラメータで組み込むことが可能で、対象固有のバラツキや認識環境の変動に影響されにくい画像処理装置を得ることを目的とする。

【0015】また、この発明は、認識試行モードを設け、認識試行モード中には提示されたサンプル画像の統計的バラツキを評価することにより、同一品種のサンプル間のバラツキを吸収するための画素の重みを変化させたり、テンプレートを分割するなどの戦略をとることが可能な画像処理装置を得ることを目的とする。

【0016】また、この発明は、認識試行モード時にシステムが自動的にできることを採り入れて、操作者の判断を仰ぐべきことを最小限にすることで、複数のサンプルを提示しているにもかかわらず、従来と同程度かそれ以下の単純な操作で前記最適化が可能な画像処理装置を得ることを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明に係る画像処理装置は、画像入力部にて取り込まれた入力画像と当該入力画像の一部を切り出した画像モデルとの類似度もしくは一致度を計測し、その値に基づいて対象物体の有無・位置・姿勢の認識を行う画像相関計測/位置・姿勢認識部と、相関計測結果分析部による前記類似度もしくは一致度の分布の評価に基づいて、画像モデルのデータの冗長性を加減したり、認識の失敗や信頼性の低下を検知して、画像モデルを更新しながら再認識を実行するといった認識戦略の加減を行うモデル・戦略更新部を持たせたものである。

【0018】請求項2記載の発明に係る画像処理装置

は、認識実行モード時において、入力画像の複雑さやバラツキを学習しながら、画像モデルと認識戦略を更新するようにしたものである。

【0019】請求項3記載の発明に係る画像処理装置は、認識実行モード時においても、画像モデルと認識戦略の更新を行うようにしたものである。

【0020】請求項4記載の発明に係る画像処理装置は、認識実行モード時において、操作者によって位置や姿勢の認識結果が成功と判断された場合には、自動的に画像モデルと認識戦略を更新し、失敗に終わったと判断された場合には正解の可能性の高い候補を提示して操作者にそれを選択させ、その値を用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うようにしたものである。

【0021】請求項5記載の発明に係る画像処理装置は、認識実行モード時において、認識結果が失敗であった場合には、その時の認識処理に用いられた認識戦略よりも信頼性の高い認識戦略を用いて再度認識処理を実行するようにしたものである。

【0022】請求項6記載の発明に係る画像処理装置は、認識実行モード時においても、認識が失敗に終わったと判断された場合には、その時の認識処理に用いられた認識戦略よりも信頼性の高い認識戦略を用いて再度処理を実行するようにしたものである。

【0023】請求項7記載の発明に係る画像処理装置は、認識処理を高速化するための高速化選択ルールが当てはまるか否かを、切り出し位置・姿勢パラメータに対する類似度分布の評価値に基づいて逐次判定し、当てはめられた高速化選択ルールを用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うようにしたものである。

【0024】請求項8記載の発明に係る画像処理装置は、認識処理を高信頼化するための高信頼化選択ルールが当てはまるか否かを、切り出し位置・姿勢パラメータに対する類似度分布の評価値に基づいて逐次判定し、当てはめられた高信頼化選択ルールを用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うようにしたものである。

【0025】請求項9記載の発明に係る画像処理装置は、高速化選択ルールとして、粗精探索／階層化探索のルール、テンプレートサンプル点間引きのルール、複数テンプレート融合のルール、画像データビット数圧縮のルール、および部分テンプレート使用のルールを用意したものである。

【0026】請求項10記載の発明に係る画像処理装置は、高信頼化選択ルールとして、テンプレート内不安定要素排除のルール、テンプレート複数化のルール、テンプレート領域変更のルール、テンプレート領域拡大のルール、および残留パターンの補助テンプレートへの登録のルールを用意したものである。

【0027】請求項11記載の発明に係る画像処理部は、画像モデルの良さを単独で評価する画像モデル評価部を設けて、高速化選択ルールのうちの1枚の初期登録

画像に対しても登録適用できるルールだけを用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うようにしたものである。

【0028】請求項12記載の発明に係る画像処理部は、画像モデルの良さを単独で評価する画像モデル評価部を設けて、高信頼化選択ルールのうちの1枚の初期登録画像に対しても登録適用できるルールだけを用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うようにしたものである。

【0029】請求項13記載の発明に係る画像処理装置は、初期登録モード時において、取り込んだ入力画像中に含まれる基準となる図形を人工的に生成してそれを標準画像パターンとし、それを最適化して画像モデルとして登録するようにしたものである。

【0030】請求項14記載の発明に係る画像処理装置は、初期登録モード時において、表示画面上で指定された領域について、当該領域のデータを画像モデルから除外したり別途データを入力するなどして、画像の類似度演算への寄与率を低くするようにしたものである。

【0031】請求項15記載の発明に係る画像処理装置は、相関計測結果分析部による分析の結果、認識の失敗が検知された場合に、当該認識の失敗とあらかじめ定められた条件とが重なった場合に、認識用の入力画像を画像記憶手段に蓄積したり、画像伝送手段を介して外部の画像データベース手段に伝送する画像蓄積／伝送部を付加したものである。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1．図1は、この発明の実施の形態1による画像処理装置を示す構成図である。図において、B101は撮像された画像をディジタル化して入力画像として取り込む画像入力部である。B102はこの画像入力部B101で取り込んだ入力画像の画面の一部を切り出して画像モデルとして登録する画像登録部である。B103は画像入力部B101で新たに取り込まれた入力画像から、画像登録部B102で切り出された画像モデルに相当する部分を入力部分画像として切り出し、それを画像モデルと照合する画像相関計測／位置・姿勢認識部である。B104はこの画像相関計測／位置・姿勢認識部B103より出力される前記画像モデルと入力部分画像との相関計測結果を解析する相関計測結果分析部である。B105はこの相関計測結果分析部B104の分析結果に基づいて、画像モデルに変更を加えたり、画像相関計測／位置・姿勢認識部B103の駆動パターンである認識戦略の変更を行うモデル・戦略更新部である。B106はこれら各部を管理して、初期登録から認識の繰り返しに至る当該画像処理装置全体の動作を制御するとともに、操作者への情報の表示および操作入力の受け付けなどのマンマシンインタフェースをとる情報表示／操作入力／動作モード制御部である。

【0033】また、図2はこの実施の形態1における各画像の例を示す説明図である。図において、S101は初期登録時に画像入力部B101によって取り込まれた入力画像の画面であり、S102は認識試行時に画像入力部B101によって取り込まれた入力画像の画面である。R101'は画面S101より画像登録部B102によって切り出されて登録された画像モデルであり、R102'は画面S102より画像相関計測/位置・姿勢認識部B103によって切り出された入力部分画像である。

【0034】以下その動作について、これら図1および図2を用いて説明する。図1において、まず画像入力部B101がテレビカメラやラインセンサなどの撮像手段で撮影された画像をデジタル化して取り込み、それを入力画像として画像メモリに展開し、あるいはデータベースへ転送する。画像登録部B102はこの入力画像の一画面の画像の一部を切り出して、それを画像モデルとして登録・保存する。この画像モデルは画像相関計測/位置・姿勢認識部B103に入力される。一方、その後新たに撮影された別の入力画像が画像入力部B101によって取り込まれ、画像相関計測/位置・姿勢認識部B103に送られる。画像相関計測/位置・姿勢認識部B103では、内部でその入力画像より画像モデルと同じ大き

$$M_{corr}(x, y)$$

$$= \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n I_{x+i, y+j} T_{i, j} - mn I_{mean} T_{mean}}{\sqrt{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n I_{x+i, y+j}^2 - mn I_{mean}^2} \sqrt{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n T_{i, j}^2 - mn T_{mean}^2}} \quad \dots \dots (2)$$

$$M_{mae}(x, y) = -\frac{1}{mn} \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n |I_{x+i, y+j} - T_{i, j}| \quad \dots \dots (3)$$

【0038】ただし、上記式(2)および式(3)において、Mは一致度の評価値、 $I_{x, y}$ は入力画像Iの位置(x, y)から切り出された入力部分画像、 I_{mean} は入力部分画像 $I_{x, y}$ の輝度平均値、Tは画像モデル、 T_{mean} は画像モデルTの輝度平均値、mは画像モデルTの水平方向サイズ、nは画像モデルTの垂直方向サイズを表している。また、式中、切り出し回転角 θ は簡単のため0としたが、回転を考慮して切り出しても同等の式を用いることができる。

【0039】なお、この画像相関計測/位置・姿勢認識部B103の出力である相関計測結果は、認識結果として出力される一方で、相関計測結果分析部B104にも

さの部分を入力部分画像として切り出し、その入力部分画像と画像モデルとの照合を行う。

【0035】すなわち、図2に示すように、画像入力部B101より新たに入力された入力画像の画面S102より、切り出し位置(x, y, θ)を変化させながら入力部分画像R102'を切り出して、画像モデルR101'との照合を行う。図2には完全に一致する切り出し位置(x, y, θ)の組合せが示されているが、この切り出し位置(x, y, θ)が図示の位置になるところで相関が極大になるので、画像相関計測/位置・姿勢認識部B103内で相関が極大となる位置とその時の相関の値を記憶しておく。そしてその相関値をあらかじめ定められたしきい値と比較し、それを越えているならば、すなわち、その入力部分画像R102'が画像モデルR101'に十分類似しているならば、その位置と相関値を出力する。

【0036】なお、この相関値の計算方式には、従来からさまざまな方式が用いられているが、例えば、次の式(2)にて示される正規化相互相関 $M_{corr}(x, y)$ 、あるいは次の式(3)にて示される平均絶対値誤差の少なさ $M_{mae}(x, y)$ などが使用される。

【0037】

【数2】

送られる。ここで、出力されるのは、発見された物体の位置x, y、姿勢 θ 、および画像モデルとの類似度Mだけであるが、相関計測結果分析部B104には、入力画面の各切り出し点x, y、あるいはx, y, θ におけるそれぞれの相関計測結果Mが渡される。以下、これら各切り出しパラメータx, y, θ に対する相関計測結果の分布、すなわち類似度の分布を相関マップと呼ぶ。

【0040】この相関計測結果分析部B104における相関マップの解析は、例えば次のように行われる。

1. 単峰性評価

例えば、相関マップ上の認識結果(しきい値以上の極大値)の周りを探索して単調減少している領域Suniform

を求め、その領域Suniformの境界までの最小距離Runiformを求めてそれを単峰性評価値とする。

2. ピーク尖鋭度評価

例えば、領域Suniform内の平均的な相関値Msurrを求め、その平均的な相関値Msurrと発見位置での相関値M1との差Dsurrを求めてそれをピーク尖鋭度評価とする。

3. ピーク唯一性評価

例えば、相関マップ内の第2のピークを探索してその相関値M2を求め、前記相関値M1とこの相関値M2との差D1-2を求めてそれをピーク唯一性とする。

【0041】ここで、入力画像として撮影された同一品種の別の物体をこの装置で認識することを考えた場合には、上記評価尺度についてはその定義から、以下のことが推察できる。

1. 単峰性評価値Runiformが大きい方が認識が安定する
2. ピーク尖鋭度評価値Dsurrが大きい方が認識が安定する
3. ピーク唯一性D1-2が大きい方が認識が安定する

【0042】相関計測結果分析部B104はこのようにして、画像相関計測/位置・姿勢認識部B103からの相関計測結果の評価を行い、その結果をモデル・戦略更新部B105へ入力する。モデル・戦略更新部B105では、この相関マップ解析の評価結果と対応するルールとを照合し、マッチするルールがあればそれを起動して画像モデルに変更を加えたり、画像相関計測/位置・姿勢認識部B103の駆動パターン(認識戦略)を変更し、認識に要する計算時間を減らしたり、認識の信頼性をより高めたりするように動作する。このようにして、改善された画像モデルと認識戦略とを用いて、新たに入力される認識対象を含む入力画像を画像相関計測/位置・姿勢認識部B103が処理することを繰り返す。

【0043】ここで、これら画像登録部B102、画像相関計測/位置・姿勢認識部B103、相関計測結果分析部B104、およびモデル・戦略変換部B105の各部は、情報表示/操作入力/動作モード制御部B106で管理されており、この情報表示/操作入力/動作モード制御部B106によって初期登録から認識の繰り返しに至る当該画像処理装置全体の動作が制御されている。

【0044】以下、これら各部の動作の状態変化と処理の流れを図3および図4を用いて説明する。ここで、図3はこの実施の形態1における動作モードの遷移を示す動作モード遷移図であり、図4はそれら各モードの動作を示すフローチャートである。図3において、MD101は指令待ちの状態であるアイドルモードであり、MD102は初期登録動作を行う初期登録モードである。MD103はサブモードとしてモデル探索モードMD1031、認識結果評価モードMD1032、および画像モデル/認識戦略更新モードMD1033を有し、入力画

像の複雑さやバラツキを学習しながら画像モデルと認識戦略の更新を行う認識試行モードである。MD104はサブモードとしてモデル探索モードMD1041を有し、認識対象がなくなるか、認識終了が指示されるまで、繰り返して認識処理を実行する認識実行モードである。

【0045】図3において、情報表示/操作入力/動作モード制御部B106は通常、当該画像処理装置をアイドルモードMD101として、操作の入力や外部からの指令を待ち受けの状態としている。まず、新しい認識対象を登録するために登録の要求を受け取ると、情報表示/操作入力/動作モード制御部B106は動作モードをアイドルモードMD101から初期登録モードMD102へ遷移させ、初期登録動作の実行を制御する。図4において、初期登録動作とは、まず新しい画像を撮影してその一部を切り出し、基本教示サンプルを提示して画像モデルとして登録・格納することである(ステップST101)。この画像処理装置の望ましい実装においては、初期登録動作の完了時に、その場で同じ画面に対する探索を行い、登録された領域が適切かどうかを判断する(ステップST102、ST103)。例えば、同じような模様が連続する一部を切り出して登録しても、それを全体の中のどの位置かを特定することができないので、この段階で不適切であることが知られる。画面に同じ品種の物体が複数含まれるような場合を除き、操作者は初期登録をやり直すことを促される。

【0046】この初期登録モードMD102が終了すると、情報表示/操作入力/動作モード制御部B106は動作モードを認識試行モードMD103に遷移させる。認識試行モードMD103においては、まずモデル探索モードMD1031にて新しい画像を入力して拡張教示サンプルを提示し(ステップST201)、現在の登録済の画像モデルを用いて認識(探索)を試行する(ステップST202)。その結果は情報表示/操作入力/動作モード制御部B106に表示され、それを操作者が確認する(ステップST203)。確認の結果、画像モデルの更新を行ってもよければ(正常に認識できていれば)画像モデルの更新作業を行う(ステップST205)。もし間違った認識結果を得た場合には、操作者が情報表示/操作入力/動作モード制御部B106に操作入力を行うことにより、正しい位置と姿勢を教示してそれを修正したり、その結果の破棄を行って(ステップST204)、その後モデル更新作業を行う(ステップST205)。

【0047】この画像モデルの更新作業のために、情報表示/操作入力/動作モード制御部B106はサブモードをモデル探索モードMD1031から認識結果評価モードMD1032へ遷移させる。この認識結果評価モードMD1032では、相関計測結果分析部B104が駆動されて前述の評価尺度に基づいた解析が行われ、画像

モデルの更新の必要性が判断される。その結果、認識の信頼性に余裕があって、データの間引や階層的粗精サーチの採用などによる高速化の余地があったり、逆に信頼性が低くて所定の精度で認識ができないなどのように、画像モデルを更新する必要があると判断された場合には、情報表示／操作入力／動作モード制御部B106はサブモードを認識結果評価モードMD1032から画像モデル／認識戦略更新モードMD1033へ遷移させる。この画像モデル／認識戦略更新モードMD1033では、モデル・戦略更新部B105が駆動されて画像モデルと認識戦略の更新が行われる。このようなモデル更新動作を適当にバラツキのあるサンプルに対して行い、十分な教示サンプルの提供が行われたならば（ステップST206）この認識実行モードMD103を完了し、すべての登録動作を終了してアイドルモードMD101へ復帰する。

【0048】このアイドルモードMD101において認識実行指令が発生すると、情報表示／操作入力／動作モード制御部B106は動作モードをアイドルモードMD101から認識実行モードMD104へ遷移させ、認識動作の実行を制御する。この認識実行モードMD104では、画像相関計測／位置・姿勢認識部B103が駆動され、画像相関計測／位置・姿勢認識部B103は入力画像を取り込めて認識対象を提示し（ステップST301）、登録済の画像モデルによる認識（探索）を実行する（ステップST302）。そしてその認識結果の判定を行い（ステップST303）、成功していると判定されればその旨と認識結果を出力して正常終了し（ステップST304）、失敗に終わったと判定されればその旨を出力して異常終了する（ステップST305）。この認識実行モードMD104は、認識対象がなくなるか、認識終了が指示されるまで繰り返して実行される。

【0049】以上のように、この実施の形態1によれば、より少ない演算量で高い認識信頼性を得ることが可能となる効果があり、一旦登録した（初期登録時の）画像モデルを、認識結果に応じて調整することができるので、同一品種でありながら、個々の物体間や物体の置き方の変化によって見掛け上の画像が変化するような事例に対して認識性能を向上させることができるという効果もある。また、認識結果の信頼性に余裕がある場合には、データを間引いたり、階層的粗精サーチを採り入れるなどの高速化手段を自動的に採用することも可能となるので、操作者が深い知識を有する熟練者でなくても、認識を高速に行うように画像処理装置を自動調整することができるなどの効果もある。

【0050】実施の形態2。上記実施の形態1では、認識実行モードにおいては認識結果の判定結果に従って、そのまま正常終了もしくは異常終了する場合について述べたが、認識実行モードにおいても認識結果の評価に応じて画像モデルの更新を行うようにしてもよい。図5は

そのようなこの発明の実施の形態2による画像処理装置の動作モードの遷移を示す動作モード遷移図であり、図6はそれら各モードの動作を示すフローチャートである。図5において、MD104はサブモードとして、モデル探索モードMD1041以外に、認識結果評価モードMD1042およびエラー回復モードMD1043を有して、認識結果の評価も行う点で図3に同一符号を付して示した実施の形態1のものとは異なる認識実行モードである。なお、実施の形態1のものと相当する部分には図3と同一符号を付してその説明を省略する。また、当該実施の形態2による画像処理装置の構成は、図1に示した実施の形態1の場合と同様であるため、その説明も割愛する。

【0051】次に動作について説明する。なお、初期登録モードMD102、および認識実行モードMD103における動作は、実施の形態1の場合と同様であるため、ここでは認識実行モードMD104を中心にその説明を行う。アイドルモードMD101にある時に認識実行指令が発生すると、情報表示／操作入力／動作モード制御部B106の制御によって、当該画像処理装置の動作モードは認識実行モードMD104に遷移する。この認識実行モードMD104においては、まずそのモデル探索モードMD1041で実施の形態1の場合と同様に、画像相関計測／位置・姿勢認識部B103を駆動し、入力画像を取り込み（ステップST301）、認識（探索）を実行し（ステップST302）、その認識結果の判定を行って（ステップST303）、成功していればそのまま終了する。もしも失敗していた場合には、正しい位置と姿勢を教示してそれを修正したり、その結果の破棄を行って（ステップST306）、その後に画像モデルの更新作業を行う（ステップST307）。

【0052】この画像モデルの更新作業のために、サブモードをモデル探索モードMD1041から認識結果評価モードMD1042へ遷移させ、相関計測結果分析部B104を駆動し、認識結果が正しいかどうかの判断を行う。ここで、この認識結果の正当性は、以下に示すような追加認識によって判定される。

1. 最終的に探索された位置と姿勢におけるモデルとの相関値
2. 2箇所以上登録された画像モデルによる探索を行った場合のその相互の位置関係（距離、角度など）
3. 画像モデルから相対的に設定された、認識しやすい画像特徴（穴、コーナー、エッジ、マーク、文字、・・・）の存在確認

【0053】なお、この画像処理装置の認識結果によって何らかの機械装置が駆動され、認識対象を掴み取って移動させるような応用例においては、一旦掴み動作を行わせて、

1. 一旦より単純な背景のもとに位置合わせした後（あるいは掴んだまま）もう一度認識動作を行って、より信

頻性の高い認識結果を得る。

2. 掴み動作を行う機械装置手先に、近距離に存在する物体の有無を計測したり、物体までの距離を計測するような補助センサをおき、その信号が適正かで判断する。などの機械的動作を含む認識結果の検証手法も取ることができる。

【0054】ここで重要なことは、当該画像処理装置の内部の処理、あるいは周辺装置と組み合わせて、認識が成功したかどうかを確認するモードである認識結果評価モードMD1042を設けることであり、認識が失敗している場合には、当該画像処理装置を停止させて操作者を呼んだり、あるいはその認識対象にかかわる次の動作をスキップさせて次の認識対象へ進むなどの誤認識回復動作を行うが、正常に認識されているが画像モデルとの相関が低いような場合には、同じ物体でありながら見え方が少し異なるような物体が存在することを意味しているため、それに対応して画像モデルと認識戦略の作り替えを行うことである。

【0055】これを実現するために、認識結果の正当性判断で正当と判定されると、前記実施の形態1における認識試行モードMD103の場合と同じような認識結果の評価が行われ、その結果がモデル・戦略更新部B105へ送られて、画像モデル/認識戦略更新モードMD1033へ遷移する。また、認識結果が不当であると判定された場合にはエラー回復モードMD1043へ遷移し、操作者による回復または、認識不能物体のスキップなどの回復動作を行う。なお、機械的な制御が可能であれば、少し位置をずらして再度認識を行うようなリトライ動作や確認動作を行うようにしてもよい。

【0056】以上のように、この実施の形態2によれば、実施の形態1にて説明した効果に加えて、認識実行モードにおいても認識結果の評価が可能となるため、認識動作の実行中に画像モデルおよび認識戦略を更新することができる効果がある。

【0057】実施の形態3. この実施の形態3は上記実施の形態1および実施の形態2における認識試行モードの操作を簡略化したものであり、図7はその初期登録モードにおける操作を比較のために説明する操作画面概念図であり、図8は認識試行モードにおける操作を説明するための操作画面概念図である。図7において、S201、S202は初期登録モード画面であり、O101は対象物体である。また、各初期登録モード画面S201、S202内において、C101は位置指定用のカーソル、E101はメッセージの表示エリア、F101は登録物体を切り出すための枠、K101、K102は操作用の入力ボタンである。図8において、S301～S306は認識試行モード画面であり、これら認識試行モード画面S301～S306内において、C201は位置指定用のカーソル、E201はメッセージの表示エリア、F201～F205は認識結果を表示する枠、K2

01～K207は操作用の入力ボタンである。

【0058】次に動作について説明する。なお、基本的な動作は上記実施の形態1および実施の形態2の場合と同様であるため、ここでは試行モードの動作を中心に説明する。まず、比較のために初期登録モードMD102における登録動作を説明する。初期登録においては、初期登録モード画面S201で示されるような画面をまず表示する。操作者は認識対象物体が画面内で適切に表示されるように物体の位置やカメラの調整を行い、確定用の入力ボタンK101をカーソルC101で指定して画面を確定する。その後、画面が初期登録モード画面S202に変化し、表示エリアE101のメッセージによって登録物体を画面から切り出すための操作を求められる。操作者は画面上のカーソルC101を用いて画像モデルとして登録したい領域を枠F101で囲むことによって、登録されるべき画像領域を指定し、その領域内のデータが画像モデルとして格納される。

【0059】一方、認識試行モードMD103においては、登録済の画像モデルを用いて画像相関計測/位置・姿勢認識部B103が画像モデルの探索を行う。その結果は情報表示/操作入力/動作モード制御部B106へ送られ、認識試行モード画面S301上に、入力された画像上に重ねて、認識された位置と姿勢に対応した画像モデルと同じ形状の枠F201が表示される。なお、そのとき表示エリアE201には認識結果の内容が表示される。操作者はこの枠F201を確認し、登録された画像モデルと同じであれば入力ボタンK201をカーソルC201で指定して、認識が正常であることを入力する。また、ずれが生じていたり全然違う位置を指し示している場合には、入力ボタンK202をカーソルC201で指定して、認識が失敗したことを入力する。認識の失敗が入力されると、画面を認識試行モード画面S304に変化させて他に可能性のある候補を枠F202～F204にて表示し、その中から所望の候補を操作者に選ばせる。候補がまったくない場合には、入力ボタンK203をカーソルC201で指定し、再度初期設定モードMD102を行うか、領域を限定して探索をやり直させる。

【0060】操作者が所望の候補を選択した後、その位置や姿勢の修正が必要ならばその微調整を行うこともできる。その場合、画面を認識試行モード画面S305に変化させて位置・姿勢の微調整を行うか否かを問い合わせ、微調整をする場合には入力ボタンK204をカーソルC201で指定する。これにより、画面は認識試行モード画面S306に変化し、その入力ボタンK205の操作によって認識結果を画面内で上下左右あるいは右回り左回りに移動させ、登録済の画像モデルにぴったりと重なるまで微調整する。

【0061】認識試行モード画面S301において入力ボタンK201がカーソルC201で指定された場合、あ

るいは、認識試行モード画面S305で入力ボタンK206が、認識試行モード画面S306で入力ボタンK207が指定された場合、画面は認識試行モード画面S302に変化して画像モデルを更新し、さらに認識試行モード画面S303に変化して、他のサンプルについての試行の有無を問い合わせる。

【0062】ここで、図9は画像モデルとの重ね合わせ状態を確認する際の操作を示す操作画面概念図であり、図において、S401は認識試行モード画面、C301はカーソル、E301は表示エリア、F301は枠、K301、K302は入力ボタンであり、図8における、認識試行モード画面S301、カーソルC201、表示エリアE201、枠F201、入力ボタンK201、K202に相当するものである。また、K303は対象物体と画像モデルとを認識試行モード画面S401上に交互に表示するための入力ボタンである。認識試行モード画面S401上に表示された入力ボタンK303を操作して、微妙な認識のずれを操作者が検証しやすいように、その場で対象物体の原画像と画像モデルとを交互に切り替えて認識試行モード画面S401に表示することができる。なお、同様の機能は図8の認識試行モード画面S306にも備えられ、原画像と画像モデルとを交互に切り替えながら、その切り替え操作によって画面内の物体が動かなくなることを確認することにより、操作者は正確な重ね合わせを行うことができる。

【0063】なお、上記実施の形態3においては、候補選択と微調整を手動によって行っているものを示したが、あらかじめ画像モデルに基準点や基準線を登録しておき、基準線や基準点の認識機能や、画面上でのポインティング機能を備えることによって、認識試行モード画面S306における微調整作業を自動化するようにしてもよい。

【0064】以上のように、この実施の形態3によれば、画像モデルを更新する場合、ほとんどの場合には認識が成功し、操作者は単に“認識成功”を確認するだけで済むので操作性が向上するばかりか、本当に微小な位置ずれもなく認識ができているかを知るために、原画と画像モデルとを交互に切り替えて表示することもできるため、正確に認識結果の確認をとることが可能となって、認識の信頼性が向上し、さらに、追加登録時の画像モデルの重ね合わせ精度が向上するなどの効果がある。

【0065】実施の形態4。この実施の形態4は上記実施の形態1における認識試行モードおよび認識実行モードにおいて、認識結果が失敗であった場合に認識戦略を代えて認識動作をリトライするようにしたものであり、図10はそのようなこの発明の実施の形態4による画像処理装置の各モードの動作を示すフローチャートであり、図11はそのリトライ動作の詳細を示すフローチャートである。

【0066】次に動作について説明する。なお、この実

施の形態4は上記認識動作のリトライを行う部分のみが実施の形態1とは異なっているので、ここではその点を中心に説明する。通常の認識実行モードMD104においては実施の形態1の場合と同様に、入力画像を取り込み（ステップST301）、認識（探索）を実行して（ステップST302）、その認識結果を判定し（ステップST303）、認識が成功したと判定された場合にはその旨と認識結果を出力して正常終了する（ステップST304）。一方、認識が失敗に終わったと判定されたような場合には、認識戦略の代案を読み込んで認識動作のリトライを行い（ステップST307）、この認識動作のリトライによって認識が成功したか否かを再び判断する（ステップST308）。その結果、認識が成功した場合にはその旨と認識結果の出力を行って正常終了し（ステップST304）、失敗に終わった場合にはその旨の出力を行って異常終了する（ステップST305）。

【0067】次にこのリトライ動作の詳細を図11を用いて説明する。図11において、MD201は図10のステップST308で実行されるリトライモードであり、TAC101は当該画像処理装置の内部に保持されている認識戦略の一例を示したものである。この認識戦略TAC101は図示のように、通常認識の場合とリトライの各レベル毎に、粗精サーチにおける解像度の変化のさせ方、中間的な認識結果として候補をいくつ持つか、発見したと判断される最低の相関値（相関のしきい値）、各解像度における画像モデル内サンプル点の全面画像モデル点に対する採用の割合（間引き率）、認識成功の判定基準などから構成されるデータやプログラムの呼出規則を記述したデータである。

【0068】リトライ動作においては、認識戦略TAC101よりこれらのデータを、レベルの順に呼び出し（ステップST401）、それが有効なリトライ手順であるか否かを判定する（ステップST402）。その結果、有効なリトライ手順であれば、その認識戦略に対応する画像モデルを呼び出し（ステップST403）、対象物体の位置や姿勢をサーチしてその認識を行う（ステップST404）。そして、その認識結果を検証し（ステップST405）、その認識結果の妥当性を判断し（ステップST406）、その認識結果が有効なものであればリトライ成功として一連の処理を終了する。一方、認識結果が有効でないと判断された場合には、リトライのレベルを上げて、認識戦略TAC101のデータをもう一度呼び出して（ステップST401）リトライを繰り返す行いが、ステップST402の判定で、認識戦略TAC101内のデータを使い尽くして有効な戦略がなくなった（ギブアップ）と判断される場合には、認識のリトライが失敗したことを出力して一連の処理を終了する。

【0069】ここで、上記説明では、認識実行モードM

D104におけるリトライ機能について説明したが、図10のステップST207、ST208に示すように、認識試行モードMD103においてもリトライを行うことは有効である。なお、この場合には、リトライの発生頻度に応じて、認識戦略そのものの更新を行うことができる。例えば、通常認識においてリトライ発生率が20%を超えた場合には、それまでのリトライレベル1の認識戦略を通常戦略とし、以下リトライの各レベルを1段信頼性の高い戦略で置き替えることによって、認識戦略そのものの更新を行う。これによって、しばしばリトライが発生し、高速化の効果が薄れて、かえって認識に時間がかかっているような場合に、平均の認識時間を短縮することができたり、あるいは認識結果の検証において、実際には認識が失敗に終わっているのに成功したと判断して、誤った認識結果を出力してしまうようなことを防止して、全体の認識率を向上させることが可能となる。

【0070】以上のように、この実施の形態4によれば、自動的リトライを前提に、まず計算コストの低い高速な認識戦略で認識を行い、その結果、認識に失敗している可能性の高い場合には、より計算コストは高いが信頼性も高い認識戦略に切り替えて、十分な信頼性が得られるまで認識を繰り返しているため、総合的には高い信頼性を確保しながら、平均的には認識に必要な演算量や演算時間を節約することが可能となって、装置を高速化できる効果があり、また、認識試行モードにおいてもリトライを行うことにより、リトライ発生率に応じて認識戦略そのものを更新することが可能となって、全体の認識率を向上できる効果もある。

【0071】実施の形態5、図12はこの発明の実施の形態5による画像処理装置における認識戦略の採用方式を示す概念図である。図において、B103は画像相関計測/位置・姿勢認識部、B104は相関計測結果分析部、B105はモデル・戦略更新部であり、これらは図1に同一符号を付して示したものと同等のものである。また、R101～R105は、粗精探索/階層化探索のルール、テンプレートサンプル点間引きのルール、複数のテンプレート融合のルール、画像データビット数圧縮のルール、部分テンプレート使用のルールなどのテンプレートマッチングの高速化選択ルールであり、R106～R110はテンプレート内の不安定要素排除のルール、テンプレート複数化のルール、テンプレート領域変更のルール、テンプレート領域拡大のルール、残留パターンの補助テンプレートへの登録のルールなどのテンプレートマッチングの高信頼化選択ルールである。

【0072】次に動作について説明する。なお、この実施の形態5は実施の形態1における相関計測結果分析部B104およびモデル・戦略更新部B105で使われる画像モデルと認識戦略の更新方式について述べたものであるため、基本的な動作は実施の形態1と同様である。

したがって、相関計測結果に基づく画像モデルと認識戦略の更新動作についてのみ以下に説明する。

【0073】画像相関計測/位置・姿勢認識部B103は、動作モードに応じて、第1回目の初期登録モードで使われる、対象の認識に最低限必要な初期教示サンプル、認識試行モードで使われる、高速化/高信頼化学習用の拡張教示サンプル、および認識実行モードで使われる実行用画像サンプルを切り替え選択して、それを一方の入力とし、当該画像処理装置内部に蓄えられた画像モデルと認識戦略(手順)を用いて相関計測を行い、その認識結果を実行結果として出力するとともに、認識結果と相関マップなどの認識の良否判定となるデータを相関計測結果分析部B104に送る。

【0074】画像相関計測/位置・姿勢認識部B103よりこの認識結果と相関マップなどを受けた相関計測結果分析部B104では、例えば次のような解析を行って、複数の評価値を求める。

1. 単峰性評価

例えば、相関マップ上の認識結果(しきい値以上の極大値)の周りを探索して単調減少している領域Suniformを求め、その領域Suniformの境界までの最小距離Runiformを求めてそれを単峰性評価値とする。

2. ピーク尖鋭度評価

例えば、領域Suniform内の平均的な相関値Msurrを求め、その平均的な相関値Msurrと発見位置での相関値M1との差Dsurrを求めてそれをピーク尖鋭度評価値とする。

3. ピーク唯一性評価

例えば、相関マップ内の第2のピークを探索してその相関値M2を求め前記相関値M1とこの相関値M2との差D1-2を求めてそれをピーク唯一性とする。

【0075】次に、相関計測結果分析部B104によって、このようにして求められた評価値をもとに、テンプレートマッチングの高速化選択ルールR101～R105、あるいは高信頼化選択ルールR106～R110を参照し、参照したルールに当てはめられるか否かについて順次判定し、当てはめられる場合には、該当するルールとその該当するルールに対応した更新手段とをモデル・戦略更新部B105に伝える。モデル・戦略更新部B105では受け取ったルールとそれに対応した更新手段に基づいて、画像モデルと認識戦略を図13あるいは図14に示すような方法で更新する。

【0076】なお、図13は採用される認識戦略によって設定される、さまざまな高速化の認識戦略に対応したテンプレートによる簡略化について示す概念図である。図において、EX101はNS段に階層化されたテンプレート群中の第i段縮小テンプレートであり、EX102はサンプル点を間引いて、テンプレート中の×印のサンプル点のみを使用するようにした場合のもの、EX103は少しずつ異なった複数枚のテンプレートEX10

3-1から共通に含まれるより少ない枚数のテンプレートEX103-2に縮退した場合のもの、EX104は画像データビット間の圧縮を行ったテンプレートを用いた場合のもの、EX105は黒枠で囲んだ部分テンプレートに分割した場合のものである。また、図14は採用される認識戦略によって設定される、さまざまな高信頼化の認識戦略に対応したテンプレートによる認識用画像モデルの作成を示す概念図である。図において、EX101は前記第1段階縮小テンプレートであり、EX106はテンプレート中の×印で示した不安定なサンプル点を削除した場合のもの、EX107はテンプレートを複数化してパターンの変異を複数枚のテンプレートで表現した場合のもの、EX108はテンプレートの領域を変更してより強いピークを作るように領域の移動を行う場合のもの、EX109はテンプレートの領域を同時に生起する周辺パターンを含めた領域に拡大する場合のもの、EX110は元のテンプレートEX110-1に対して補助テンプレートEX110-2を生成し、残留成分の共通部分を抽出して登録する場合のものである。

【0077】まず、図12にR101～R105で示した高速化選択ルールと当該ルールを用いたモデルの簡略化の方法について列挙して説明する。

1. 単峰性評価値Runiform があらかじめ定められたしきい値Tuniform-okより大きい場合には、高速化選択ルールとして、図12に示す粗精探索／階層化探索のルールR101を起動し、より縮小された階層化探索方式を採用して高速化を試みる。そのために、まず、より縮小された階層化探索方式を仮に採用し、縮小画像を生成するために切り出す切り出し位置を微小量変化させた場合の相関マップと、もとの相関マップとの相関をとって、その最悪値があらかじめ定められたしきい値Tuniformより高く、かつピーク唯一性D1-2の低下がない場合に、その仮の階層化探索方式を採用する。

2. ピーク尖鋭度評価値Dsurrがしきい値Tsurr-okより大きい場合には、高速化選択ルールとして、図12に示すテンプレートサンプル点間引きのルールR102を起動し、画像モデル内部のサンプル点を間引いて高速化する。そのために、図13のEX102に示すように、まず仮にサンプリングした間引きテンプレートを適当に作成し、このテンプレートを用いて再度、短峰性評価、ピーク尖鋭度評価およびピーク唯一性評価を行い、これらの評価値が悪化していない範囲で間引き量を次第に多くしてゆくことを行う。

3. 内部に同時に持つ画像モデル(図13のEX103に示すような少しずつ異なったテンプレートEX103-1)が複数枚(N枚)あり、そのN枚の画像モデルTk, (k=1, 2, ..., N)の画像データを主成分分析にかけた、画像モデル主成分Ek, (k=1, 2, ..., N)の上位C個(C<N)、例えば図13のE

X103に示す2枚のテンプレートEX103-2を用いた場合には、その主成分の累積寄与率が、あらかじめ定められたしきい値Tpc-okより大きい場合には、複数の画像モデルTkを主成分に分解された画像モデルEk, (k=1, 2, ..., C)に置き換えて高速化する。なお、この場合には高速化選択ルールとして、複数テンプレートの融合のルールR103が起動される。

4. 仮に画像データビット数を、例えば図13のEX104に示すように2値化して1ビットにするなどの方法で間引いて、間引かないもとの相関マップとの相関を計算し、その相関値がしきい値Tlevel-okより高ければ、画像相関計測の前処理に、例えば、2値化方式のようなデータビット数削減手段を挿入し高速化する。なお、この場合には高速化選択ルールとして、画像データビット数圧縮のルールR104が起動される。

5. ピーク尖鋭度評価値Dsurrがしきい値Tsurr-okより大きい場合には、図13のEX105に示すように、画像モデルの一部の長方形領域を切り出してそれを仮の画像モデルとし、この仮の画像モデルを用いて全サンプルを再度認識した場合に、ピーク唯一性D1-2の低下がなければ、その仮の画像モデルを画像モデルとして採用する。なお、この場合には高速化選択ルールとして、部分テンプレート使用のルールR105が起動される。

【0078】次に、図12にR106～R110で示した高信頼化選択ルールと当該ルールを用いた認識用画像モデル作成の方法について列挙して説明する。

1. すべての教示用あるいは試行用の認識サンプル画像Ik, (k=1, 2, ..., M)に関して、画像モデル内の位置(i, j)に対応する画素Ik(i, j)の分散P(i, j)を求め、分散P(i, j)がある一定のしきい値Tdiv-ngを越えるならば、高信頼化選択ルールとして、図12に示されたテンプレート内不安定画素の排除のルールR106が起動され、画像モデルからそれらの点を削除して、図14のEX106に示すような残りの画素だけを登録した認識用画像モデルを作成する。

2. すべての教示用あるいは試行用認識サンプル画像Ik, (k=1, 2, ..., M)に関して、現在採用されている画像モデルT(i, j)との相関を求め、その相関値があらかじめ設定されたしきい値Tcorr-ngを下回る場合には、高信頼化選択ルールとして、図12に示されたテンプレート複数化のルールR107が起動され、この入力画像を追加画像モデルとして記憶する。その結果、図14のEX107に示すように、複数枚で一つの物体を表現するような複数のテンプレートを作成する。

3. 拡張教示サンプルに対するピーク唯一性D1-2があらかじめ定められたしきい値Tuniq-ngを下回る場合には、高信頼化選択ルールとして、図12に示されたテンプレート領域変更のルールR108が起動され、例えば

図14のEX108に示すように、テンプレートの領域を微量ずらした仮の画像モデルを生成し、この仮の画像モデルを用いてすべての認識試行用画像サンプルとの認識を再実行し、ピーク唯一性D1-2が改善し、かつ全認識試行用画像サンプルに対して相関値がしきい値T_{corr-ok}を上回る場合には、それを画像モデルとして採用する。

4. 拡張数示サンプルに対するピーク唯一性D1-2があらかじめ定められたしきい値T_{uniq-ng}を下回る場合には、高信頼化選択ルールとして、図12に示されたテンプレート領域拡大のルールR109が起動され、例えば図14のEX109に示すように、画像モデル登録領域を拡大した仮の画像モデルを生成し、この仮の画像モデルを用いてすべての認識試行用画像サンプルとの認識を再実行し、ピーク唯一性D1-2が改善し、かつ認識全試行用画像サンプルに対して相関値がしきい値T_{corr-ok}を上回る場合には、それを画像モデルとして採用する。

5. 拡張数示サンプルについて、位置合わせ後にテンプレートと原画像との残差を残留パターンとして抽出し、全拡張数示サンプルに共通な残留パターン成分を求め、その分散があるしきい値を越えている場合には、高信頼化選択ルールとして、図12に示された残留パターンの補助テンプレートへの登録のルールR110が起動されて、残留パターンが図14のEX110に示したような補助テンプレートとして登録される。

【0079】このような高速化選択ルールR101～R105あるいは高信頼化選択ルールR106～R110などの更新ルールの条件が当てはまるか否かを逐次チェックして、当てはめられた更新ルールを用いて、モデル・戦略更新部B105が実際に画像モデルと認識戦略(手順)を自動的に更新する。

【0080】以上のように、この実施の形態5によれば、相関演算結果の分析に基づいて、階層化探索、画像モデル点の間引き、画像データビットの圧縮、部分テンプレートの使用、複数の画像モデルの融合による近似などのテクニックを用いることができる条件の検出と、その手順が自動化されているので、入力サンプル数を増や

してゆけば、自動的に認識の高速化がはかれ、また、不安定画素のマスキング、テンプレートの複数化、テンプレート領域の変更、テンプレート領域の拡大、残留パターンの補助テンプレートへの登録などの高信頼化テクニックを用いることができる条件の検出と、その手順が自動化されているので、入力サンプル数を増やしてゆけば、自動的に認識の高信頼化がはかれるという効果がある。

【0081】実施の形態6. 上記実施の形態5においては、実施の形態1による画像処理装置を拡張したものについて説明したが、登録される画像が初期登録画像1枚だけである場合にも、高速化選択ルールおよび高信頼化ルールのうちの、1枚の初期登録画像に対しても登録適用できるルールだけを用いて最適な画像モデルを生成することができる。

【0082】図15はそのようなこの実施の形態6による画像処理装置における認識戦略の採用方式を示す概念図であり、図において、B107はこの実施の形態6において新たに付加された、画像モデルの良さを単独で評価する画像モデル評価部である。なお、この実施の形態6では、図12に示した実施の形態5のものと比較して、1枚のサンプル画像からでは適用できない高速化選択ルールR103、R104、R105および高信頼化選択ルールR106、R107、R109、R110が削除されるとともに、操作者によるマスク設定のためのルールが高信頼化選択ルールR111として追加されている。また、画像相関計測/位置・姿勢認識部B103への入力も拡張数示サンプルが削除され、初期数示サンプルと実行用画像サンプルが動作モードに応じて切り替えられている。

【0083】次に動作について説明する。画像モデル評価部B107は画像モデル内の濃度分散HTを次の式(4)によって求め、それに基づいて画像モデルの良さを単独で評価する。

【0084】

【数3】

$$H_T = \sqrt{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n T_{i,j}^2 - mn T_{mean}^2} \quad \dots \dots (4)$$

【0085】そして、その評価値に基づいて以下のような高速化選択ルールと高信頼化選択ルールを用いる。

【0086】高速化選択ルール

1. 単一性評価値Runiformがあらかじめ定められたしきい値T_{uniform-ok}より大きい場合には、より縮小された階層化探索方式を採用して高速化する。(粗精探索/階層化探索のルールR101)
2. より縮小された階層化探索方式を仮に採用し、縮小画像を生成するために切り出す切り出し位置を微量変化させた場合の相関マップを生成し、そのマップにおけ

る最高の類似度(あるいは相関値)があらかじめ定められたしきい値T_{shrink-ok}よりも高く、かつピーク唯一性D1-2の低下がなければ、この仮の階層化探索方式を採用する。(粗精探索/階層化探索のルールR101)

3. ピーク尖鋭度評価値Dsurrがしきい値Tsurr-okより大きい場合には、画像モデル内部のサンプル点を間引いて高速化する。(テンプレートサンプル点間引きのルールR102)

4. ピーク尖鋭度評価値Dsurrがしきい値Tsurr-okより大きい場合には、画像モデルの一部の長方形領域を切

り出してそれを仮の画像モデルとし、この仮の画像モデルを用いて登録用入力画像を再度認識した場合に、ピーク唯一性D1-2が低下しないならば、その仮の画像モデルを画像モデルとして採用する。(テンプレートサンプル点間引きのルールR102)

【0087】高信頼化選択ルール

1. 拡張数示サンプルに対するピーク唯一性D1-2 があらかじめ定められたしきい値 T_{unique} を下回る場合には、画像モデル登録位置を微小量ずらした仮の画像モデルを生成し、その仮の画像モデルを用いてすべての認識試行用画像サンプルとの認識を再実行し、ピーク唯一性D1-2 が改善される場合には、それを画像モデルとして採用する。(テンプレート領域変更のルールR108)

2. 画像モデル内濃度分散HT があらかじめ決められた下限値 T_{div} を下回る場合には、画像モデルの切り出し位置を変更して、画像モデル内の分散が下限値 T_{div} を上回る仮の別の画像モデルを設定し、その結果、ピーク尖鋭度 D_{surr} 、ピーク唯一性D1-2 が同等あるいは改善される場合には、その仮の画像モデルを採用する。(テンプレート領域変更のルールR108)

3. 操作者にマスク設定の有無を問い合わせ、操作者が必要と認めた場合にはマスク操作を行う(オペレータによるマスク設定のルールR111)(なお、これに関しては、後述する実施の形態8において、図20を参照しながら詳細に説明する)。

【0088】このようにして、1枚の初期登録画像に対しても登録適用可能な高速化選択ルールR101、R102、および高信頼化選択ルールR108、R111を用いて画像モデルの領域やデータの間引きなどをコントロールし、1枚の初期登録サンプル画像からもっとも合理的な画像モデルを生成することができる。

【0089】以上のように、この実施の形態6によれば、1枚の登録サンプル画像から、実施の形態5の場合と同じように自動的な高速化手段の採用と高信頼化手段の採用を行うことが可能となつて、認識試行モードでの処理を実現できない場合や、認識試行モードの確認を省きたい場合にも、実施の形態5と同様の効果が期待できる。

【0090】実施の形態7. 上記各実施の形態においては、複数のサンプル画像から安定して効率のよい認識を可能にする画像モデルを生成する手法について説明したが、対象とする物体やパターンが人工的である場合には、初期画像モデルを人工的に生成し、人工的パターンのパラメータを入力画像に合わせて自動で修正するようにしてもよい。そのようにすることにより、初期登録モードおよび試行モードにおける操作性を向上し、登録時の物体の見え方やバラツキを不用意に画像モデル内部に取り込まないようにすることができる。

【0091】すなわち、入力画像全体の中から対象物体を探索するために、その対象物体全体、あるいは一部を

取り囲むような画像モデルを利用し、位置と姿勢を認識するために、その中に含まれる、基準となる円、楕円、正方形、長方形、正多角形、一定幅の直線またはその組合せ(例えば十字)、その他しばしば利用される的マークを人工的に発生し、この人工的基準画像の形状を登録画像上で最適化して画像モデルとして記憶し、認識時には、まず登録画像パターンを用いて概略の位置と姿勢を認識させた後に、人工的基準パターンの位置を登録画像パターン検出位置の周りで計測してその値を出力すること、あるいは登録画像パターンと人工的基準パターンの相対的位置関係をあらかじめ計測しておき、登録画像パターンの計測値に前記位置関係を加えて出力すること、あるいは人工的パターンだけを用いて位置や姿勢の認識を行うようにしたものである。

【0092】図16はそのようなこの発明の実施の形態7による画像処理装置における、人工的なパターンとの相関を用いた位置合わせ登録を説明するための概念図である。図において、S501は入力された初期登録用画像、S502は操作者によって操作される操作画面であり、O201は人工的に作成された標準画像モデル、Q101は得られた3次元相関マップである。

【0093】次に動作について説明する。あらかじめ登録したい画像パターンが円(楕円)であったと仮定すると、図16において、初期登録モード時に以下の手順に従って処理する。

1. 入力された初期登録用画像S501を取り込む。
2. 操作者がおおよその位置と大きさを、操作画面S502を用いて指定する。
3. 中心座標(c_x , c_y)、半径 r をパラメータとする、内部が黒い円による円形パターン人工画像を標準画像モデルO201として用意する。(標準画像モデルO201が楕円である場合には、さらに長軸径、短軸径、軸の傾きもそのパラメータとして持つことになる。)
4. 操作者が操作画面S502上で、標準画像パターンO101の円形パターン人工画像の半径 r を、 $r \times \text{SCALE}_{\min}$ から $r \times \text{SCALE}_{\max}$ まで、 $\text{SCALE}_{\text{step}}$ 間隔で倍率を変化させながら、初期登録用画像S501に対して認識処理を行い、3次元相関マップQ101を生成する。
5. 得られた3次元相関マップQ101内部を探索して、最も相関の高い中心座標(x_1 , y_1)と最適半径 r_1 とを求め、この半径 r_1 に対応する人工パターンを画像モデルとして登録する。また、その画像モデルの中心(x_1 , y_1)を出力座標として登録する。

【0094】なお、上記図16を用いた説明では、円の半径 r を変化させながら最適な画像モデルを求めるものを示したが、例えば、図17に示されるように、一つの半径 r を持つ人工的画像モデルを用いて概略の位置を探索しておき、探索結果の位置(x , y)の周りでエッジ抽出を行って操作画面S503に示すドットD101を

抽出し、このドットD101を結ぶ円の重心と円の半径を画像モデルとして登録するようにしてもよい。

【0095】また、探索された位置のまわりに局所的な領域を設け、領域内部のパターンを2値化して2値画像の重心を求めるような処理をしても同じ効果がある。ただし、パターン中心が孤立した円である場合には問題はないが、図18に示されるような、円と他のパターンが複合したような図形の場合、単に重心を求めるだけでは位置の精密な計測が不可能な場合も存在するので、その場合には、図16で説明した方式や、上記図18に示した円形テンプレートをを用いる方式の方が優れている。

【0096】さらに、図16に示した方式では探索するパターンが円であったが、図19に示すように、長方形基準テンプレート（標準画像パターンO202）、三角形基準テンプレート（標準画像パターンO203）、十字型テンプレート（標準画像パターンO204）などの各種パターン人工画像を標準画像パターンとして用意しておき、それらを用いて、長方形（画面S504）、三角形（画面S505）、独特なマーク（画面S506）など、円以外のパターンにも拡張して用いることができる。

【0097】以上のように、この実施の形態7によれば、操作者が細かく位置合わせを確認したり、画像の切り出し位置を指定したり、パターンの中心を指定したりしなくとも、自動的に人工的パターンのパラメータを最適化し、パターン毎に定義される中心を正確に求めることができるので、計測精度が向上し、操作性がよくなる効果がある。また、実施の形態1の認識試行モードにおける画像モデルの更新において、パターンを人工的パターンに限定することを行えば、単なる突発的なバラツキによって不用意に画像モデルが乱されることがなくなり、安定したパターンだけを学習することが可能となって、認識の安定化がはかれる場合があるという効果もある。

【0098】実施の形態8。図20はこの発明の実施の形態8による画像処理装置におけるマスク設定の操作画面を示す概念図である。図において、S601、S602は初期設定モード画面、C401はカーソル、K401、K402は入力ボタンであり、これら図7における、初期設定モード画面S201、S202、カーソルC101、入力ボタンK101、K102に相当するものである。また、P101は初期設定モード画面S201に表示された、通常あり得ない汚れや不安定な不要パターンであり、M101はこの画像モデル上でこの不要パターンP101を無視するためのマスク領域である。K403は初期設定モード画面S202上でこのマスク領域M101の形状を指定するための入力ボタンであり、K404は入力ボタンK403で指定されたマスク領域M101の内部を塗りつぶす色を指定するための入力ボタン、K405は入力ボタンK403で指定された

マスク領域M101内のデータを無視することを指示する入力ボタンである。

【0099】次に動作について説明する。初期登録モードではまず、初期登録モード画面S601が表示される。操作者は表示された画像モデル上の特定の部分、すなわち不要パターンP101の部分が、汚れがなければ本来こう見えるべきであるということを知っていたり、あるいはその部分の明るさやパターンが非常に不安定で、よく変化することを知っている場合には、操作者はカーソルC401で入力ボタンK401を指定してその画像を確定し、動作モードをマスク設定モードに移させる。これにより、画面は初期設定モード画面S201からS202に変化する。操作者は入力ボタンK403やカーソルC401を用いて、画素単位あるいは図形によってマスク領域M101を指定し、そのマスク領域M101を入力ボタンK404によって指定色に塗りつぶしたり、あるいは入力ボタンK405を操作して、そのマスク領域M101内のデータを画像モデルから除外すること、すなわち無視することを設定する。

【0100】このようにして、画像モデルの初期登録時に、不安定あるいはサンプル間のバラツキの大きい画素領域があらかじめ分かっている場合に、その領域を表示画面上で指定してマスクすることにより、バラツキの大きい画素領域の画像の類似度演算への寄与率を低くしている。なお、このことは、認識試行モードにおいても同様である。

【0101】以上のように、この実施の形態8によれば、操作者が本人の経験的知識を用いて画像モデルの値の修正や画像モデル内の重みを修正しているので、たくさん試行を重ねて、統計的あるいは学習的に信頼性の高い画像モデルを作成しなくとも、経験的な知識にしたがって一挙に信頼性の高い画像モデルを生成することができる効果がある。

【0102】実施の形態9。この実施の形態9は、認識実行モードにおける画像モデルの更新を行いたいが、次に示すいずれかの理由によって、その場での自動更新がふさわしくない場合に対処する機能を提供するものである。

【0103】1. 次々と認識したい対象物体が現れたり、認識の繰り返しサイクルが速いため、認識実行モード中にモデルの更新を行うための時間的な余裕がない場合。

2. 画像モデルや認識戦略の自動更新によって予期せぬ更新結果が発生し、それによって認識信頼性や認識率の低下が生じるようなことが絶対にあってはならない場合。

【0104】これらいずれかの場合には、その場で画像モデルの自動更新を行うことは好ましくない。そこで、この実施の形態9においては、画像モデルの更新を行う代わりに、大容量の画像記憶手段に認識がうまくできな

かった画像を保存しておき、処理時間に余裕ができたり、操作者が監視することができる状況になった場合に、それを用いて更新作業を実施したり、不具合の解析を行うようにしたものである。

【0105】図21はそのようなこの発明の実施の形態9による画像処理装置を示す構成図であり、図1と相当部分には同一符号を付してその説明を省略する。図において、B110は相関計測結果分析部B104より受けた分析結果に従って、認識がうまくできなかった画像の大容量の画像記憶手段への保存、あるいは当該画像処理装置より離れて設置されたデータベース手段への伝送を制御する画像蓄積／伝送部である。B111は当該画像処理装置内部に設けられた画像記憶手段としての大容量の補助記憶部であり、B112は外部のデータベース手段に接続される画像伝送手段としての通信ネットワークである。

【0106】次に動作について説明する。相関計測結果分析部B104において、例えば類似度の低下などの、認識結果の信頼性の低下を示唆する分析結果や、明らかな認識失敗が得られた場合に、その結果をエラー通知として画像蓄積／伝送部B110に送る。画像蓄積／伝送部B110では、受け取ったエラー通知とあらかじめ設定された条件との論理演算を行う。ここで、あらかじめ定められた条件としては、例えば、認識対象物体の品種がAで、類似度が50%より低下し、2回以上のリトライ認識動作を行っても、類似度が60%より向上しない、というような条件設定が可能である。この条件に当てはまった場合、画像蓄積／伝送部B110は入力画像を補助記憶部B111に転送して保存したり、あるいはそれを通信ネットワークB112に送出して、外部のデータベース手段である監視装置やデータベースサーバなどに表示したり蓄積したりする。

【0107】画像処理装置に自動更新する時間的余裕ができたり、操作者がきて、どのような画像モデルと認識戦略の更新が行われているかを監視することができるようになった時点で、この補助記憶部B111あるいは外部のデータベースサーバなどに蓄積されたエラー時の入力画像が評価されて、モデル・戦略更新部B105によって画像モデルや認識戦略の更新が行われる。また、モデル・戦略更新部B105を持たなくても、操作者が認識失敗状況の解析を蓄積されたエラー時の入力画像をもとに実行し、手動で画像モデルを修正したり認識戦略を修正するようにしても同様の効果が得られる。また、実施の形態2において説明したように、認識の失敗の判定は、画像処理結果だけではなく、この発明の画像処理装置を含むシステムが画像処理結果に基づいて動作を行った結果から判断する。すなわち画像処理装置外部から、認識の失敗を知らせることを行っても同様の効果が得られる。

【0108】なお、補助記憶部B111には記憶容量の

制限があり、認識の信頼性低下や失敗が連続すれば、画像を記憶しきれない事態が生ずる可能性がある。そのような場合には、画像蓄積／伝送部B110で補助記憶部B111の記憶容量の残りを監視し、古いデータや、信頼性の低下が顕著でない（重要度の低い）画像サンプルを選択的に消去し、新たな画像を蓄積するようにすれば、さらに効率的なシステムの運用が可能となる。

【0109】以上のように、この実施の形態9によれば、画像モデルや認識戦略の更新をその場で行わず、失敗した画像を蓄積しておくことができるので、時間的に厳しい条件や、自動更新の様子を監視する必要がある場合にも容易に対応できるという効果がある。

【0110】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、入力画像と画像モデルとの類似度もしくは一致度を計測し、その値に基づいて対象物体の有無・位置・姿勢の認識を行って、前記類似度もしくは一致度の分布の評価に基づいて、画像モデルのデータの冗長性を加減したり認識の失敗や信頼性の低下を検知して、画像モデルを更新しながら再認識を行うように構成したので、少ない演算量で高い認識信頼性を実現することが可能な画像処理装置が得られる効果がある。

【0111】請求項2記載の発明によれば、認識試行モード時において、入力画像の複雑さやバラツキを学習しながら画像モデルと認識戦略の更新を行うように構成したので、同一品種でありながら個々の物体間や物体の置き方の変化によって見掛け上の画像が変化するような事例に対して、認識性能を向上させることが可能となつて、一旦登録した画像モデルを認識結果に応じて調整することができ、少ない演算量で高い認識信頼性を得ることができる効果がある。

【0112】請求項3記載の発明によれば、認識実行モード時においても画像モデルと認識戦略を更新するように構成したので、さらに認識実行モードにおいても認識結果の評価が可能となつて、認識動作の実行中に画像モデルおよび認識戦略を更新することができる効果がある。

【0113】請求項4記載の発明によれば、認識試行モード時に、認識結果が成功と判断されれば自動的に画像モデルと認識戦略を更新し、失敗に終わったと判断されれば正解の可能性の高い候補を表示して操作者にそれを選択させ、その値を用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うように構成したので、画像モデルを更新するに際して、認識が成功していれば操作者は単に“認識成功”を確認するだけで済み、また、ほとんどの場合には認識が成功しているので、その操作性が向上するばかりか、微小な位置ずれもなく認識ができているかを知るために、原画と画像モデルとを交互に切り替えて表示することが可能となるため、正確に認識結果の確認をとることができて認識の信頼性が向上し、また追加登録時の画像

モデルの重ね合わせの精度も向上する効果がある。

【0114】請求項5記載の発明によれば、認識実行モード時に認識結果が失敗であった場合には、その時の認識処理にて用いた認識戦略よりも信頼性の高い認識戦略を用いて再度認識処理を実行するように構成したので、自動的リトライを前提に行った計算コストの低い高速な認識戦略による認識の結果、認識に失敗している可能性の高い場合には、より計算コストは高いが信頼性も高い認識戦略に切り替えて、十分な信頼性が得られるまで認識を繰り返すことが可能となるため、総合的には高い信頼性を確保しながら、平均的には認識に必要な演算量や演算時間を節約することができ、装置の高速化が可能となる効果がある。

【0115】請求項6記載の発明によれば、認識試行モード時においても認識が失敗であった場合には、その時の認識処理にて用いた認識戦略よりも信頼性の高い認識戦略を用いて再度認識処理を実行するように構成したので、さらに認識試行モードにおいてもリトライを行って、そのリトライの発生率に応じて認識戦略そのものを更新することが可能となるため、全体の認識率を向上させることができる効果がある。

【0116】請求項7記載の発明によれば、切り出し位置・姿勢パラメータに対する類似度分布の評価値に基づいて、認識処理を高速化するための高速化選択ルールが当てはまるか否かを逐次判定し、画像モデルと認識戦略の更新を、その当てはめられた高速化選択ルールを用いて行うように構成したので、高速化選択ルールが適用できる条件の検出とその手順が自動化されるようになるので、入力サンプル数を増やしてゆけば、認識の速度を自動的に高速化することが可能となる効果がある。

【0117】請求項8記載の発明によれば、切り出し位置・姿勢パラメータに対する類似度分布の評価値に基づいて、認識処理を高信頼化するための高信頼化選択ルールが当てはまるか否かを逐次判定し、画像モデルと認識戦略の更新を、その当てはめられた高信頼化選択ルールを用いて行うように構成したので、相関演算結果の分析に基づいて、高信頼化選択ルールが適用できる条件の検出とその手順が自動化されるようになり、入力サンプル数を増やしてゆけば、認識の信頼性を自動的に向上させることが可能になる効果がある。

【0118】請求項9記載の発明によれば、粗精探索／階層化探索のルール、テンプレートサンプル点間引きのルール、複数テンプレート融合のルール、画像データビット数圧縮のルール、および部分テンプレート使用のルールを高速化選択ルールとして用意するように構成したので、相関演算結果の分析に基づいて、階層化探索、画像モデル点の間引き、画像データビットの圧縮、複数の画像モデルの融合による近似などの高速化テクニックを用いることができる条件の検出と、その手順が自動化され、入力サンプル数を増やしてゆけば、自動的に認識の

高速化をはかることができる効果がある。

【0119】請求項10記載の発明によれば、テンプレート内不安定要素排除のルール、テンプレート複数化のルール、テンプレート領域変更のルール、テンプレート領域拡大のルール、および残留パターンの補助テンプレートへの登録のルールを高信頼化選択ルールとして用意するように構成したので、相関演算結果の分析に基づいて、不安定要素のマスキング、テンプレートの複数化、テンプレート領域の変更などの高信頼化テクニックを用いることができる条件の検出と、その手順が自動化され、入力サンプル数を増やしてゆけば、自動的に認識の高信頼化をはかることができる効果がある。

【0120】請求項11記載の発明によれば、画像モデルの良さを単独で評価する画像モデル評価部を設けて、高速化選択ルールのうちの1枚の初期登録画像に対しても登録適用できるルールだけを用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うように構成したので、1枚の登録サンプル画像から自動的に高速化手段を採用することが可能となつて、認識試行モードでの処理を実現できない場合や、認識試行モードの確認を省きたい場合にも、認識の速度を自動的に高速化することが可能となる効果がある。

【0121】請求項12記載の発明によれば、画像モデルの良さを単独で評価する画像モデル評価部を設けて、高信頼化選択ルールのうちの1枚の初期登録画像に対しても登録適用できるルールだけを用いて画像モデルと認識戦略の更新を行うように構成したので、1枚の登録サンプル画像から自動的に高信頼化手段を採用することが可能となつて、認識試行モードでの処理を実現できない場合や、認識試行モードの確認を省きたい場合にも、認識の信頼性を自動的に向上させることが可能になる効果がある。

【0122】請求項13記載の発明によれば、取り込んだ入力画像中に含まれる基準となる図形を人工的に生成してそれを標準画像パターンとし、それを最適化したものを画像モデルとして登録するように構成したので、操作者が細かく位置合わせを確認したり、画像の切り出し位置を指定したり、パターンの中心を指定したりしなくとも、自動的に人工的パターンのパラメータを最適化し、パターン毎に定義される中心を正確に求めることが可能となるため、計測精度が向上し、操作性がよくなる効果がある。

【0123】請求項14記載の発明によれば、表示画面上で指定された領域について、当該領域のデータを画像モデルから除外したり別途データを入力するなどして画像の類似度演算への寄与率を低くするように構成したので、操作者が本人の経験的知識を用いて画像モデルの値の修正や画像モデル内の重みを修正する手段を提供することができるようになるため、たくさん試行を重ねて統計的あるいは学習的に信頼性の高い画像モデルを作成し

なくても、経験的知識にしたがって一挙に信頼性の高い画像モデルを生成することが可能になる効果がある。

【0124】請求項15記載の発明によれば、画像蓄積／伝送部を設けて、認識が失敗したことが検知された場合に、当該認識の失敗とあらかじめ定められた条件とが重なった場合に、認識用の入力画像を画像記憶手段に蓄積したり、画像伝送手段を介して外部の画像データベース手段に伝送するように構成したので、画像モデルや認識戦略の更新をその場で行わずに、認識を失敗した画像を蓄積することが可能になるため、時間的に厳しい条件や、自動更新の様子を監視する必要がある場合にも容易に対応することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による画像処理装置を示す構成図である。

【図2】 実施の形態1における画像例を示す説明図である。

【図3】 実施の形態1における動作モードの遷移を示す動作モード遷移図である。

【図4】 実施の形態1における各モードの動作を示すフローチャートである。

【図5】 この発明の実施の形態2による画像処理装置の動作モードの遷移を示す動作モード遷移図である。

【図6】 実施の形態2における各モードの動作を示すフローチャートである。

【図7】 この発明の実施の形態3による画像処理装置の初期登録モードの操作画面を示す概念図である。

【図8】 実施の形態3における試行モードの操作画面を示す概念図である。

【図9】 実施の形態3で画像モデルとの重ね合わせ状態を確認する際の操作画面を示す概念図である。

【図10】 この発明の実施の形態4による画像処理装置における各モードの動作を示すフローチャートである。

【図11】 実施の形態4におけるリトライ動作の詳細を示すフローチャートである。

【図12】 この発明の実施の形態5による画像処理装置における認識戦略の採用方式を示す概念図である。

【図13】 実施の形態5における各高速化戦略に対応したテンプレートによる簡略化を示す概念図である。

【図14】 実施の形態5における各高信頼化戦略に対応したテンプレートによる認識用画像モデルの作成を示す概念図である。

【図15】 この発明の実施の形態6による画像処理装置における認識戦略の採用方式を示す概念図である。

【図16】 この発明の実施の形態7による画像処理装置における、人工的なパターンとの相関による位置合わせ登録を示す概念図である。

【図17】 実施の形態7における、人工的なパターンとのエッジマッチングによる位置合わせ登録を示す概念図である。

【図18】 実施の形態7における、位置合わせが重心演算だけでは困難なパターンの事例を示す説明図である。

【図19】 実施の形態7における、応用可能な種々のパターンの事例を示す説明図である。

【図20】 この発明の実施の形態8による画像処理装置におけるマスク設定の操作画面を示す概念図である。

【図21】 この発明の実施の形態9による画像処理装置を示す構成図である。

【図22】 従来の画像処理装置における粗精テンプレートマッチングを示す説明図である。

【図23】 従来の画像処理装置におけるピラミッドテンプレートマッチングを示す説明図である。

【図24】 従来の画像処理装置における階層的分散テンプレートマッチングを示す説明図である。

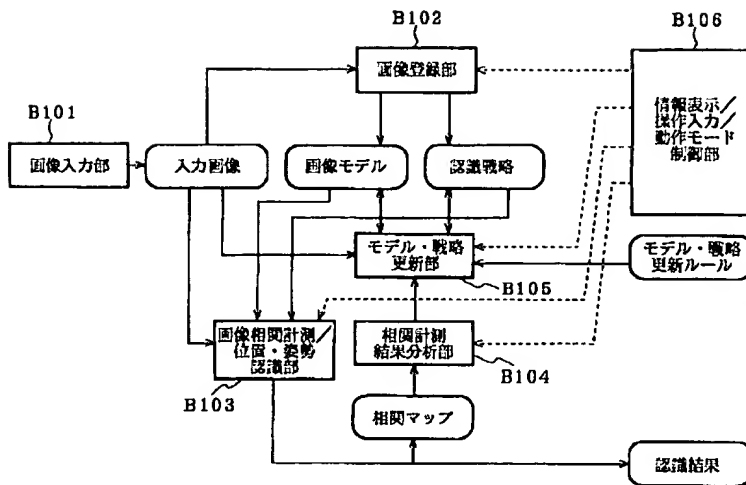
【図25】 従来の画像処理装置の固有空間法による画像モデルの圧縮における全入力パターンを示す説明図である。

【図26】 従来の画像処理装置の固有空間法による画像モデルの圧縮における固有パターンを示す説明図である。

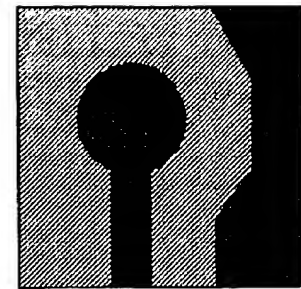
【符号の説明】

B101 画像入力部、B102 画像登録部、B103 画像相関計測／位置・姿勢認識部、B104 相関計測結果分析部、B105 モデル・戦略更新部、B106 情報表示／操作入力／動作モード制御部、B107 画像モデル評価部、B110 画像蓄積／伝送部、B111 補助記憶部（画像記憶手段）、B112 通信ネットワーク（画像伝送手段）、MD102 初期登録モード、MD103 認識試行モード、MD104 認識実行モード、R101 高速化選択ルール（粗精探索／階層化探索のルール）、R102 高速化選択ルール（テンプレートサンプル点間引きのルール）、R103 高速化選択ルール（複数テンプレート融合のルール）、R104 高速化選択ルール（画像データビット数圧縮のルール）、R105 高速化選択ルール（部分テンプレート使用のルール）、R106 高信頼化選択ルール（テンプレート内不安定要素排除のルール）、R107 高信頼化選択ルール（テンプレート複数化のルール）、R108 高信頼化選択ルール（テンプレート領域変更のルール）、R109 高信頼化選択ルール（テンプレート領域拡大のルール）、R110 高信頼化選択ルール（残留パターンの補助テンプレートへの登録のルール）、R111 高信頼化選択ルール（オペータによるマスク設定のルール）。

【図1】

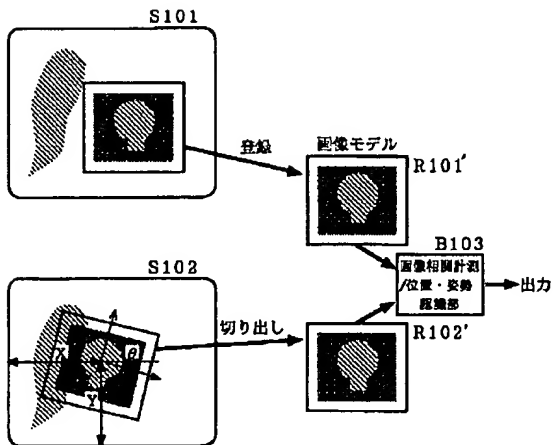


【図18】

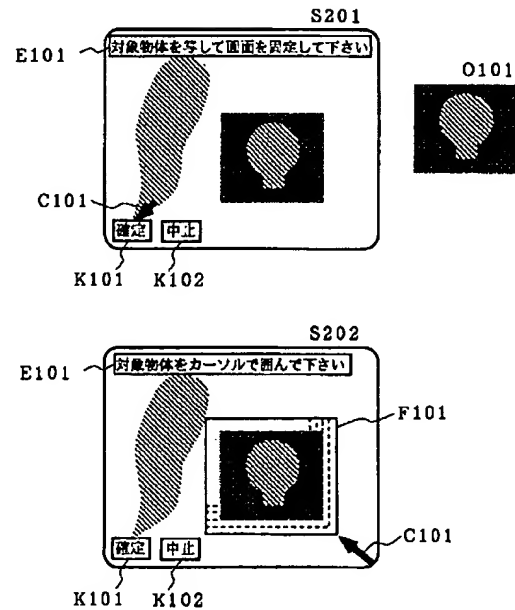


2値化による重心検出では
正確に基準点が求められないパターン例
(円形テンプレートならば正確に求められる)

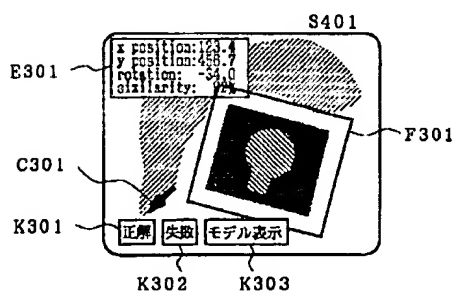
【図2】



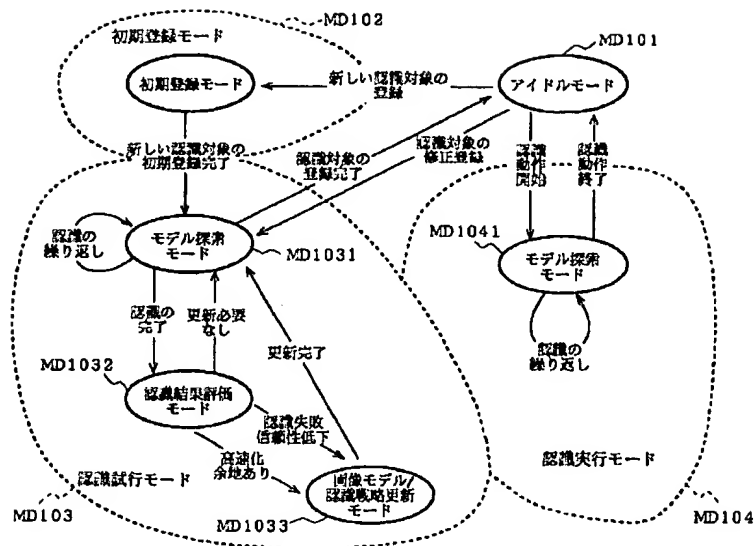
【図7】



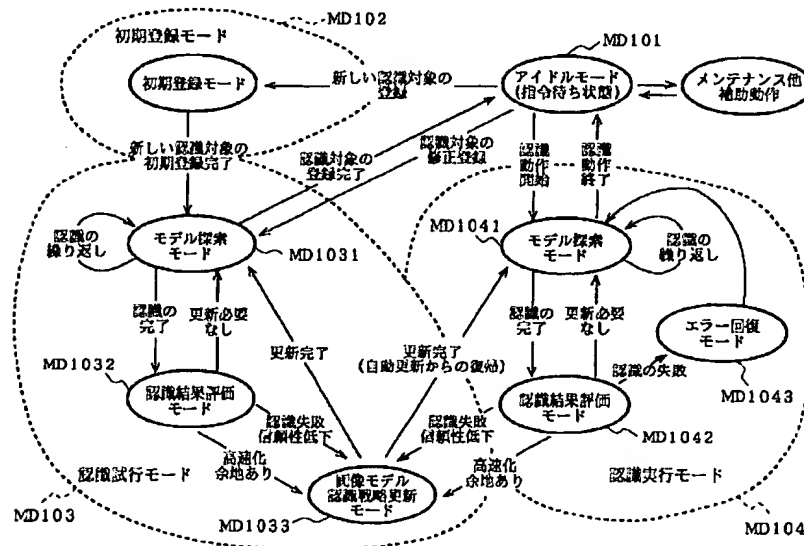
【図9】



【図3】



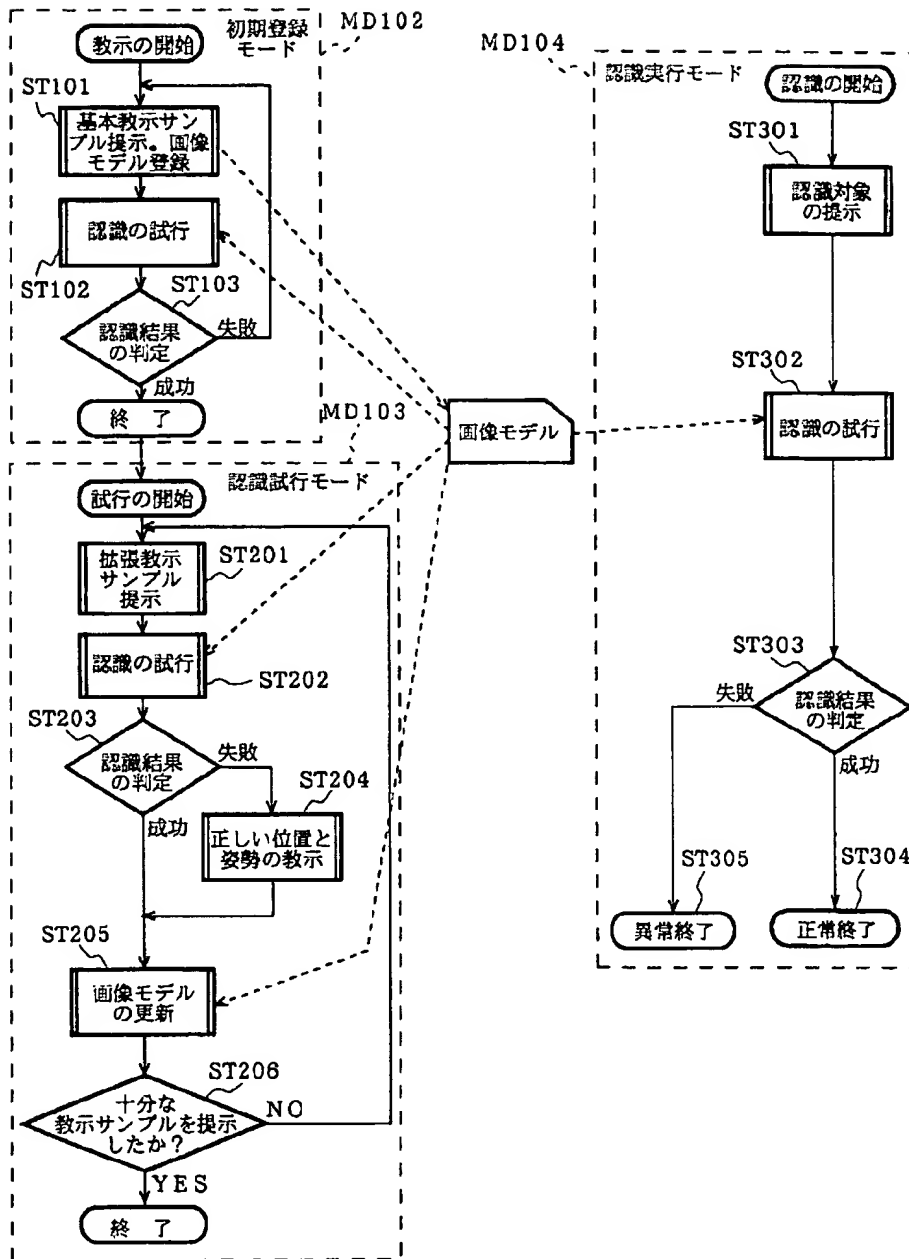
【図5】



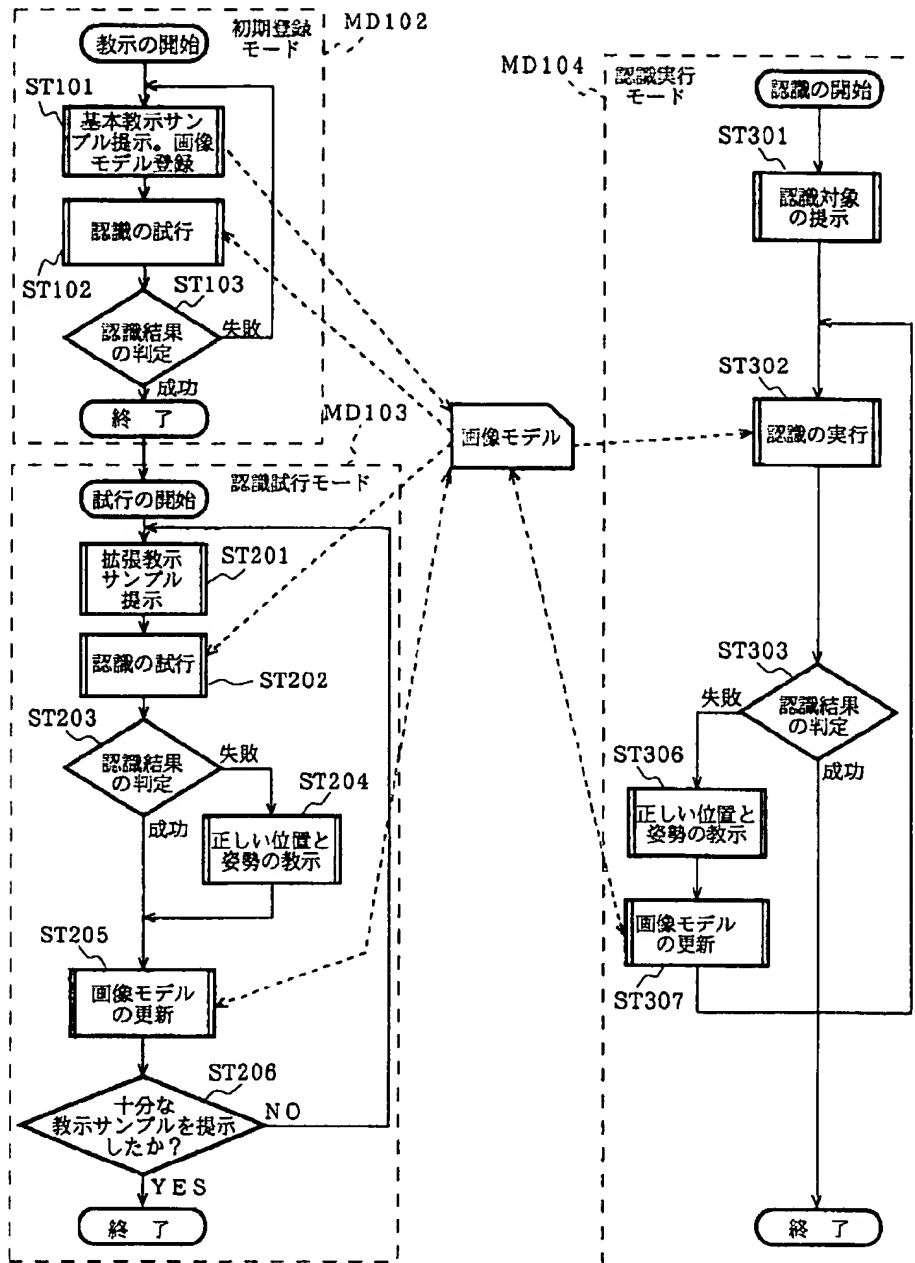
【図25】

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_

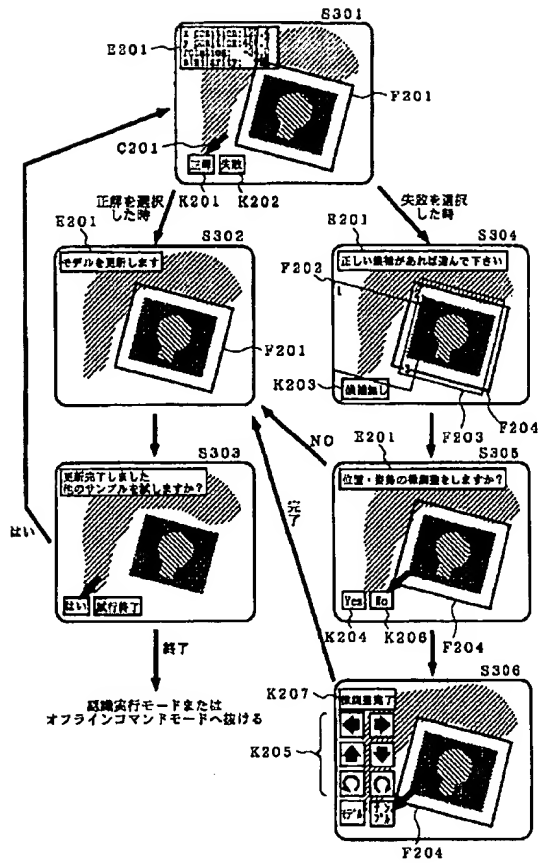
【図4】



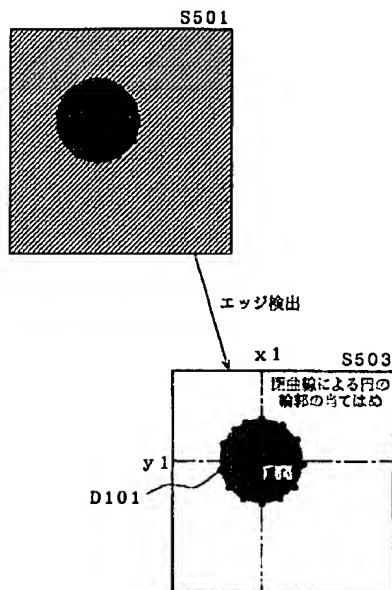
【図6】



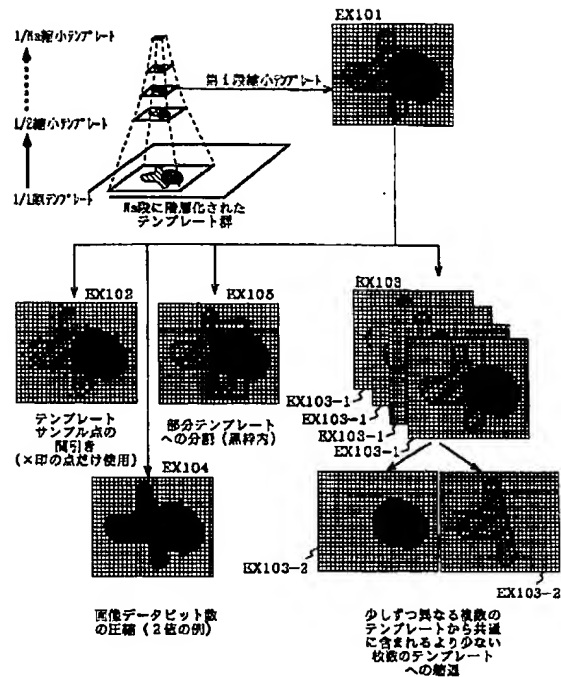
【図8】



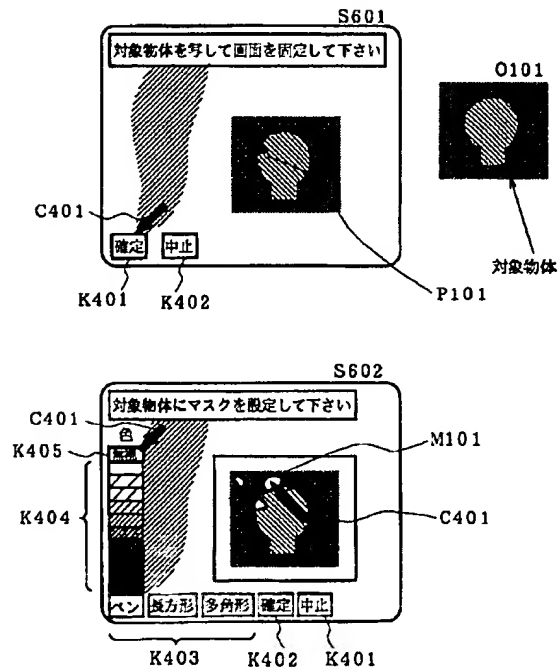
【図17】



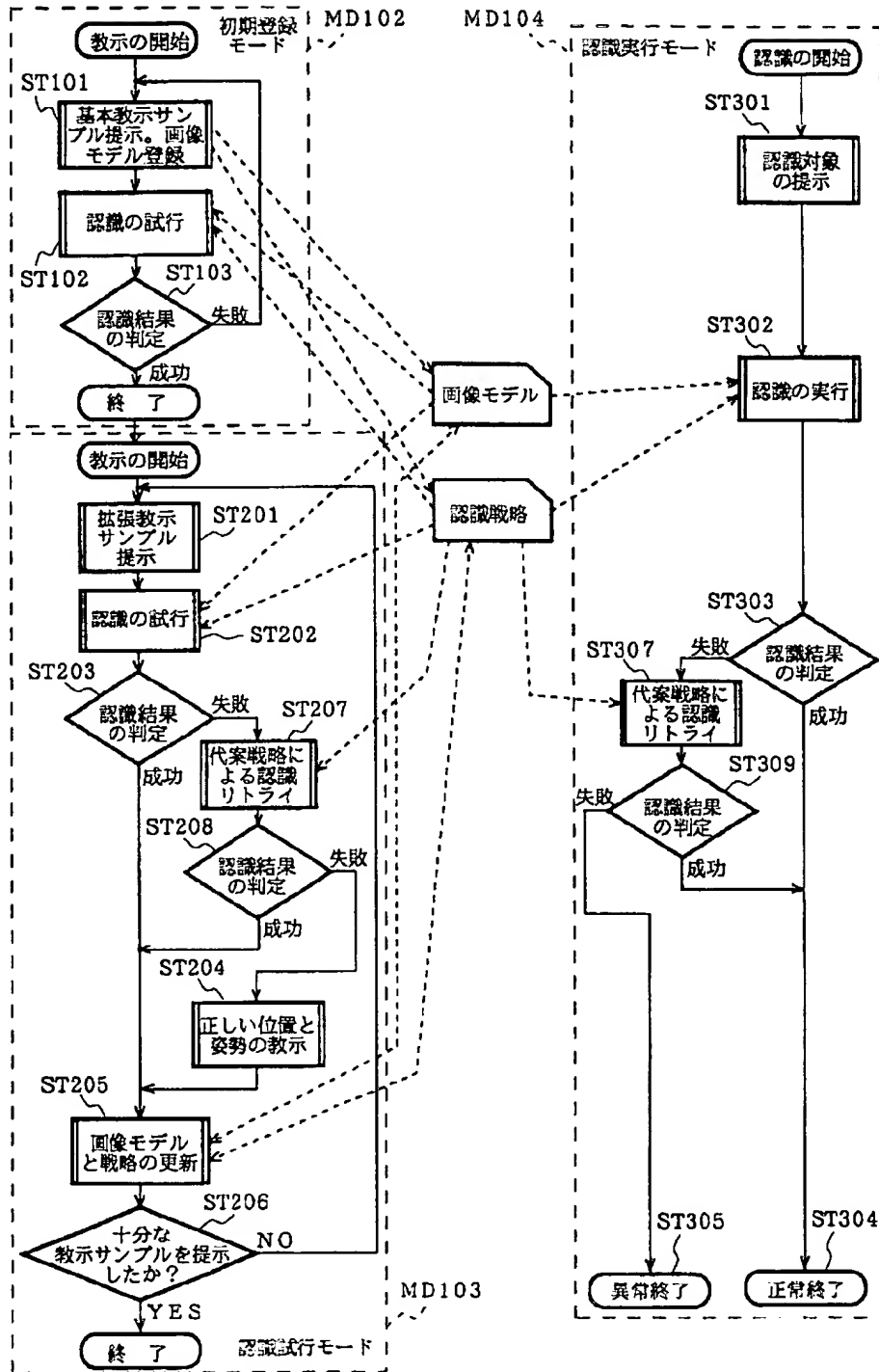
【図13】



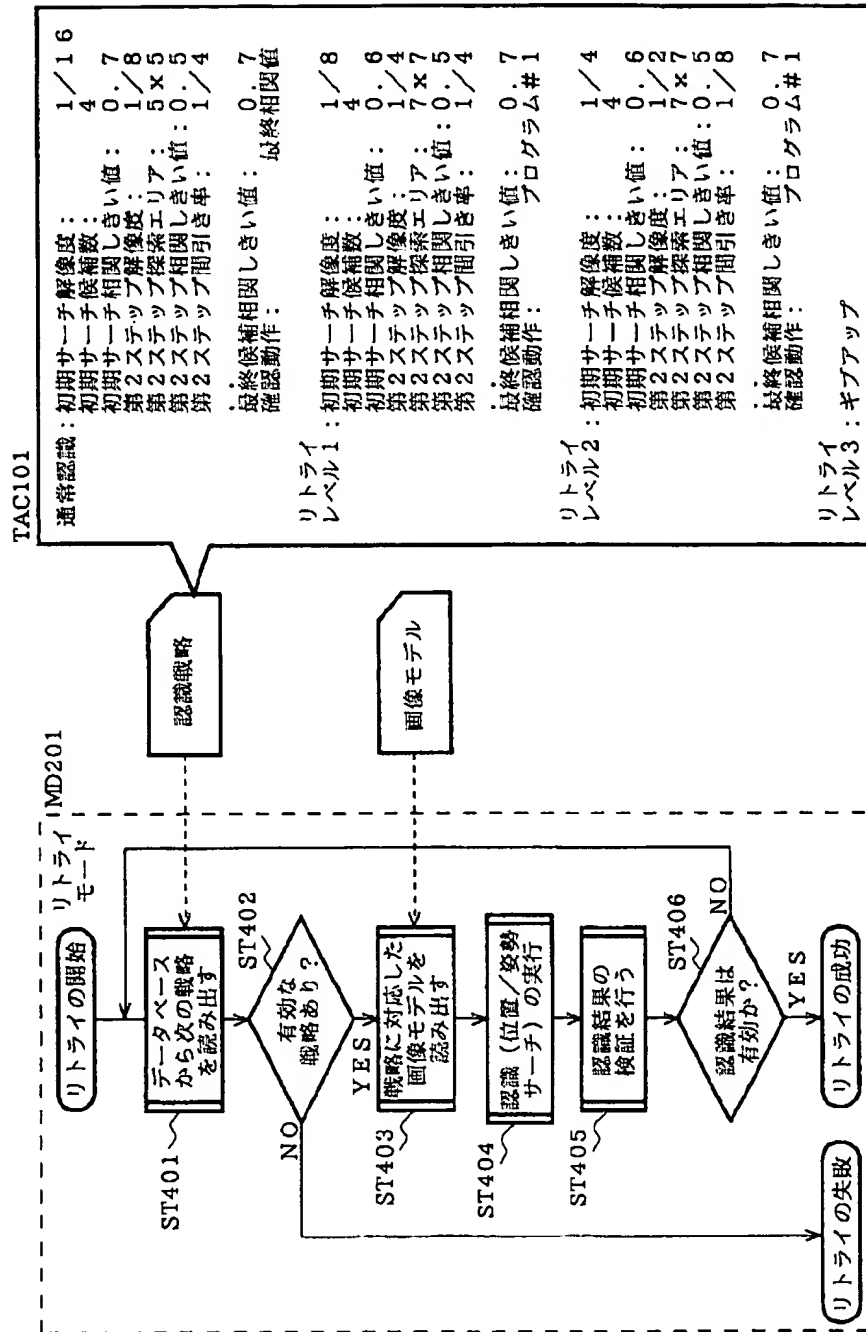
【図20】



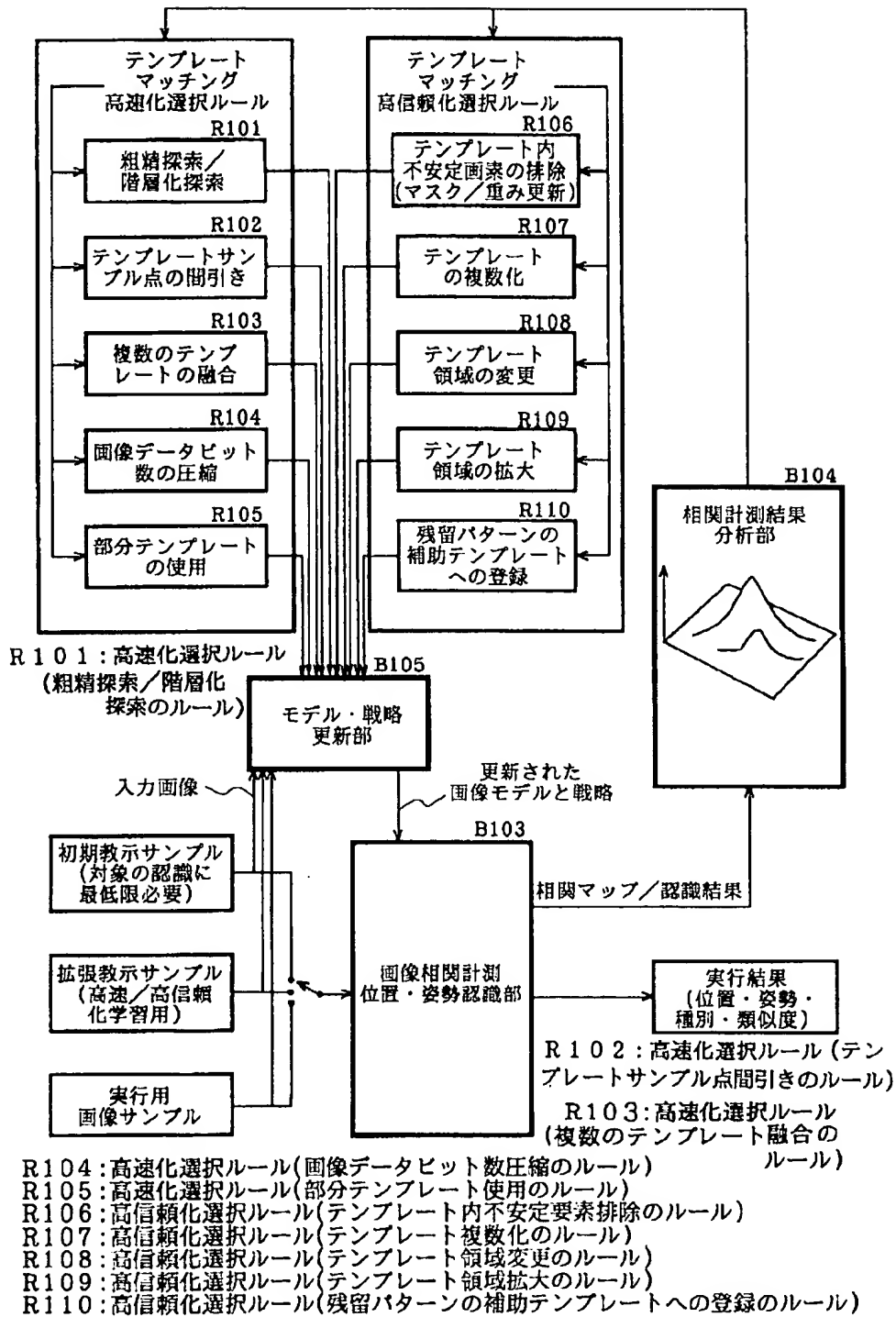
【図10】



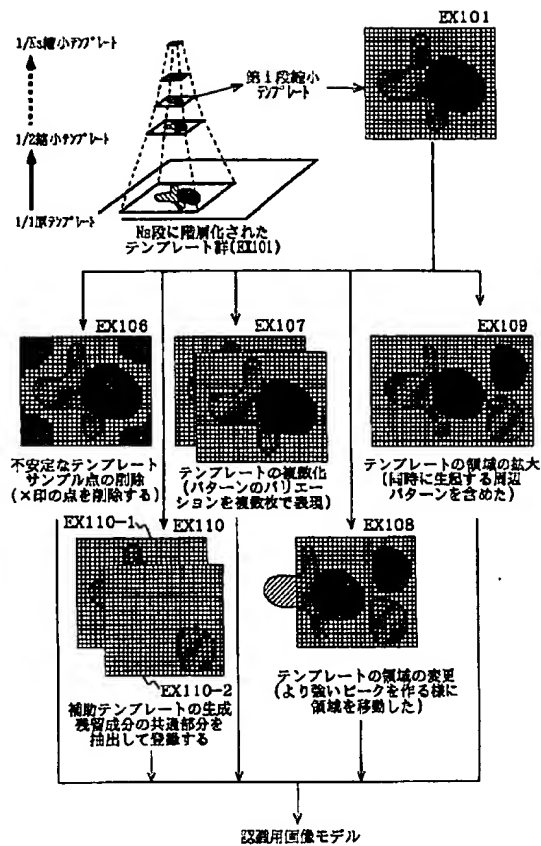
【図11】



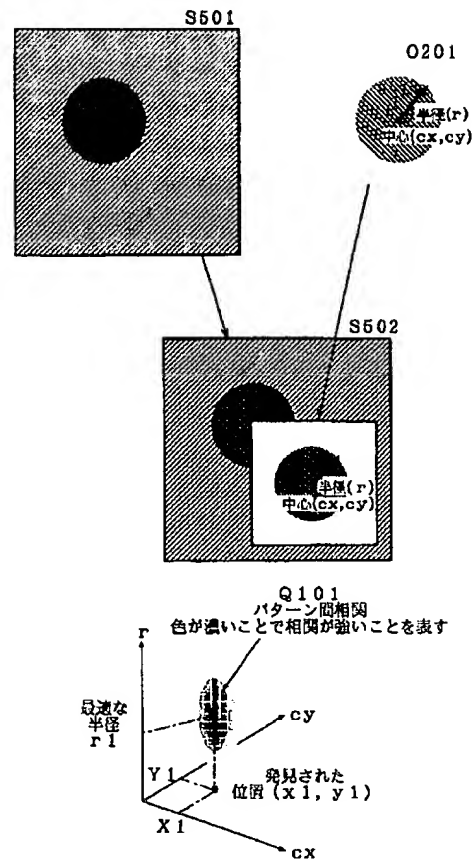
【図12】



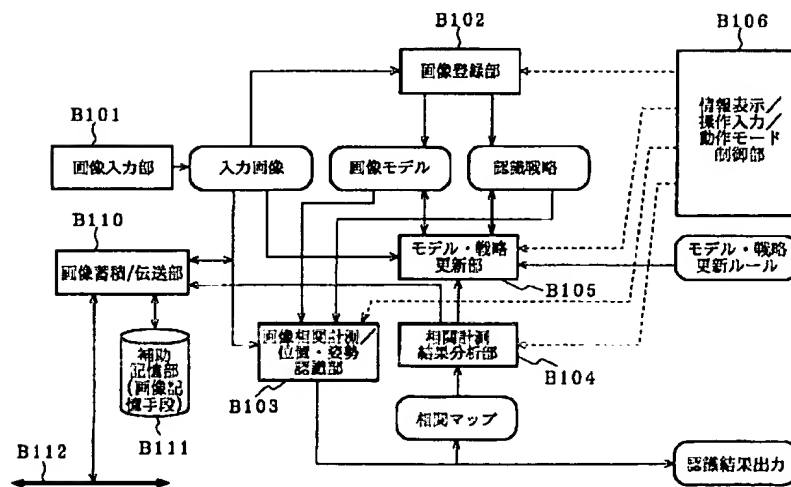
【図14】



【図16】

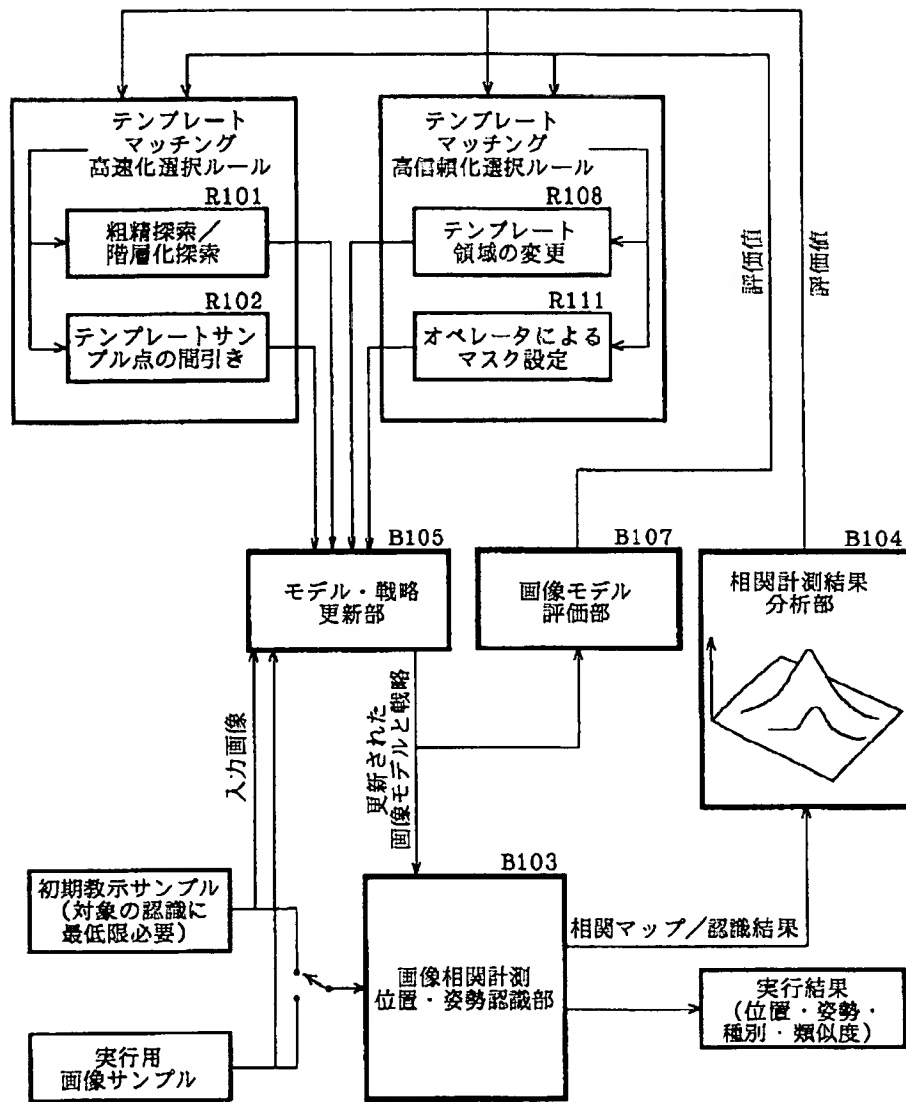


【図21】



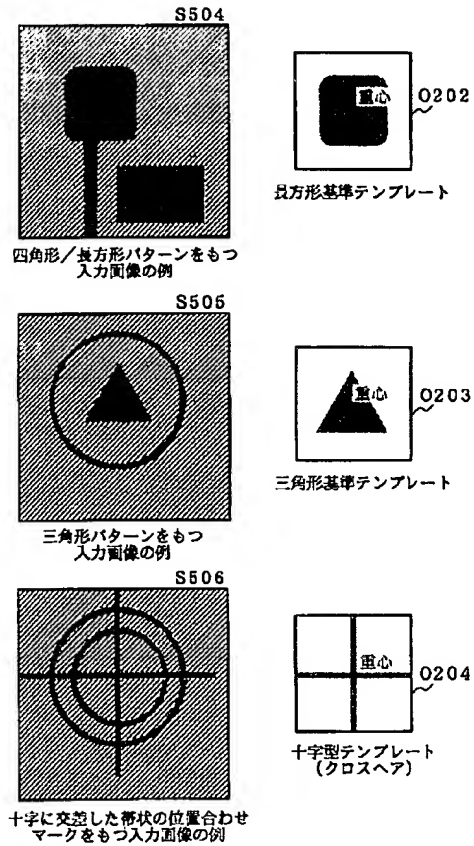
B112: 通信ネットワーク (画像伝送手段)

【図15】

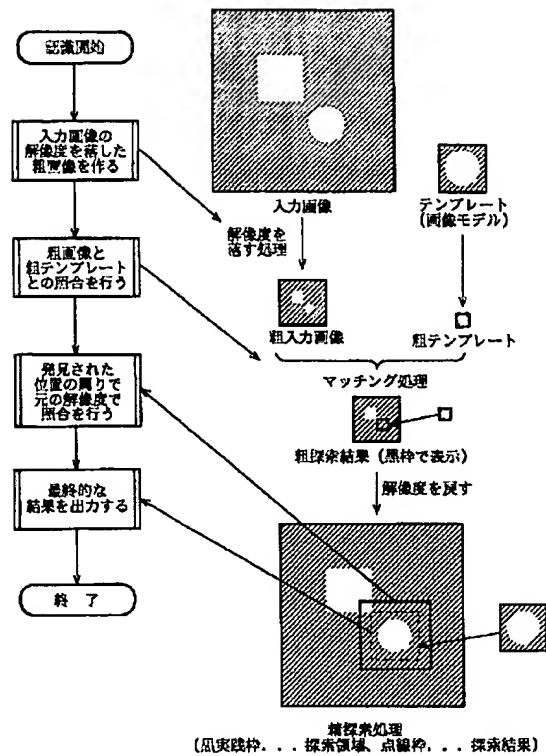


R 1 1 1 : 高信頼化選択ルール
(オペレータによるマスク設定のルール)

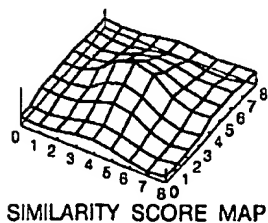
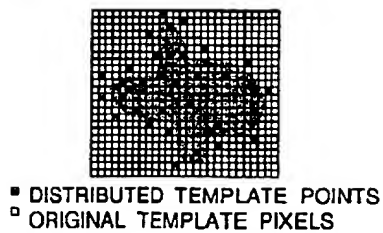
【図19】



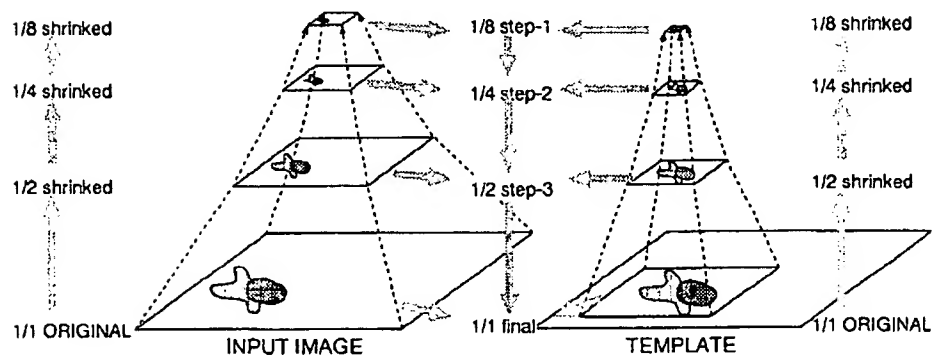
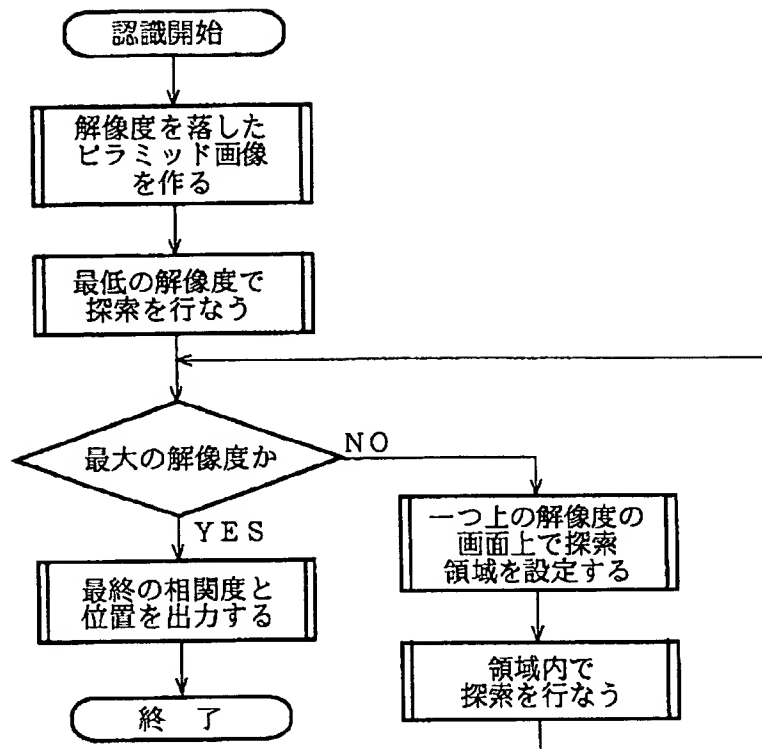
【図22】



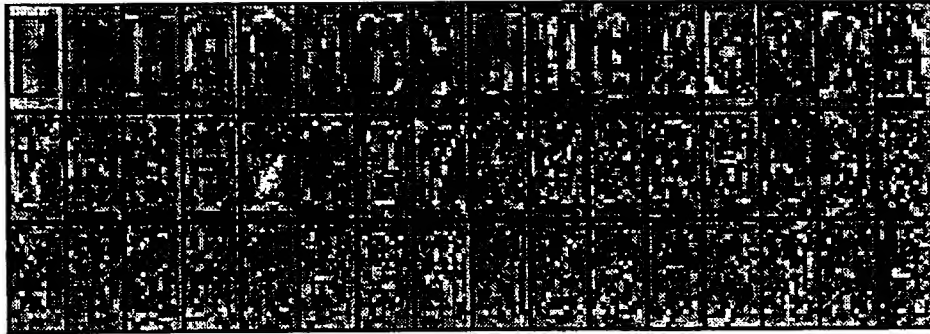
【図24】



【図23】



【図26】



フロントページの続き

(72)発明者 奥田 晴久
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.